This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

A propos de ce livre

Ceci est une copie numérique d'un ouvrage conservé depuis des générations dans les rayonnages d'une bibliothèque avant d'être numérisé avec précaution par Google dans le cadre d'un projet visant à permettre aux internautes de découvrir l'ensemble du patrimoine littéraire mondial en ligne.

Ce livre étant relativement ancien, il n'est plus protégé par la loi sur les droits d'auteur et appartient à présent au domaine public. L'expression "appartenir au domaine public" signifie que le livre en question n'a jamais été soumis aux droits d'auteur ou que ses droits légaux sont arrivés à expiration. Les conditions requises pour qu'un livre tombe dans le domaine public peuvent varier d'un pays à l'autre. Les livres libres de droit sont autant de liens avec le passé. Ils sont les témoins de la richesse de notre histoire, de notre patrimoine culturel et de la connaissance humaine et sont trop souvent difficilement accessibles au public.

Les notes de bas de page et autres annotations en marge du texte présentes dans le volume original sont reprises dans ce fichier, comme un souvenir du long chemin parcouru par l'ouvrage depuis la maison d'édition en passant par la bibliothèque pour finalement se retrouver entre vos mains.

Consignes d'utilisation

Google est fier de travailler en partenariat avec des bibliothèques à la numérisation des ouvrages appartenant au domaine public et de les rendre ainsi accessibles à tous. Ces livres sont en effet la propriété de tous et de toutes et nous sommes tout simplement les gardiens de ce patrimoine. Il s'agit toutefois d'un projet coûteux. Par conséquent et en vue de poursuivre la diffusion de ces ressources inépuisables, nous avons pris les dispositions nécessaires afin de prévenir les éventuels abus auxquels pourraient se livrer des sites marchands tiers, notamment en instaurant des contraintes techniques relatives aux requêtes automatisées.

Nous vous demandons également de:

+ *Ne pas utiliser les fichiers à des fins commerciales* Nous avons conçu le programme Google Recherche de Livres à l'usage des particuliers. Nous vous demandons donc d'utiliser uniquement ces fichiers à des fins personnelles. Ils ne sauraient en effet être employés dans un quelconque but commercial.

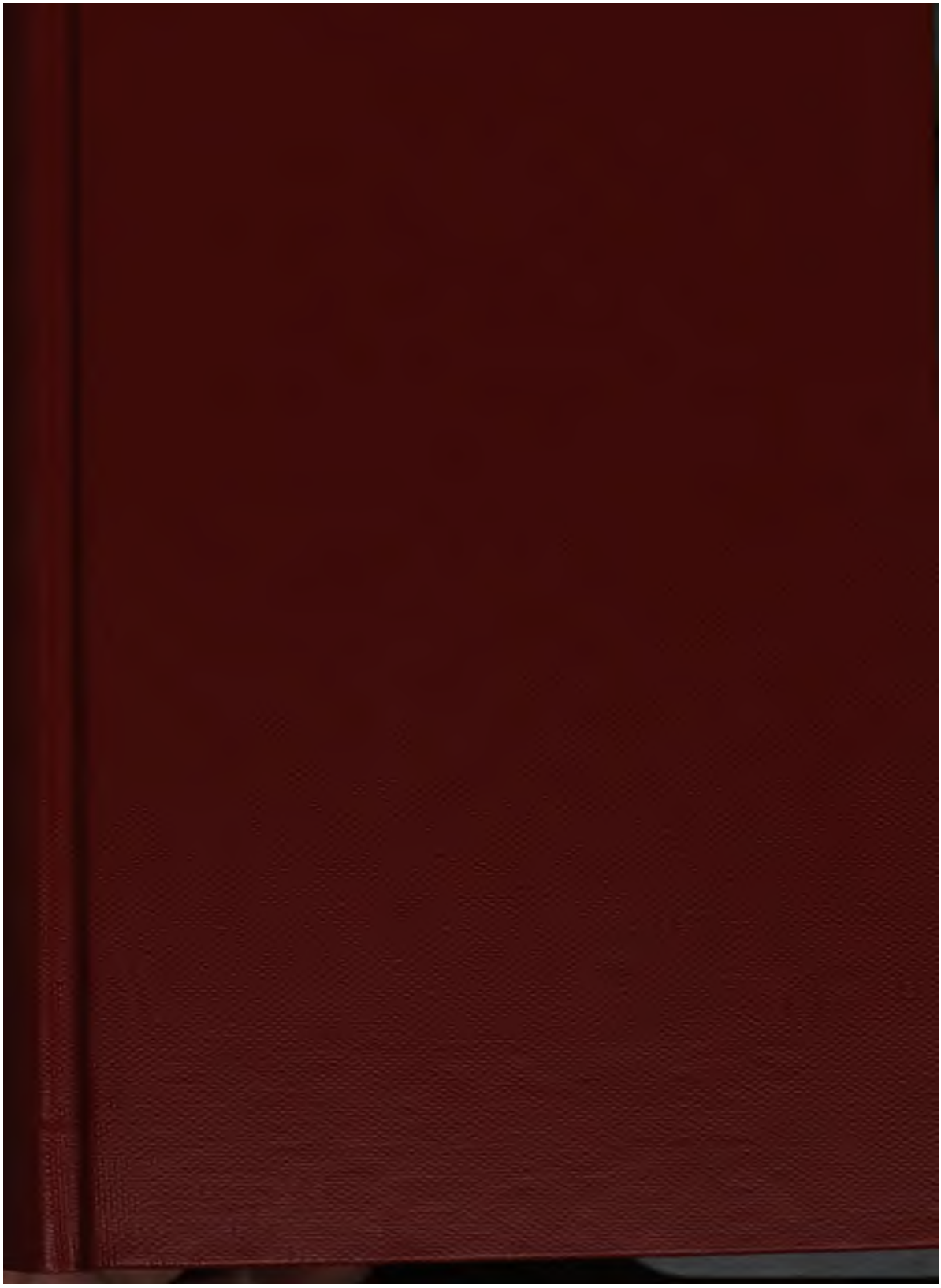
+ *Ne pas procéder à des requêtes automatisées* N'envoyez aucune requête automatisée quelle qu'elle soit au système Google. Si vous effectuez des recherches concernant les logiciels de traduction, la reconnaissance optique de caractères ou tout autre domaine nécessitant de disposer d'importantes quantités de texte, n'hésitez pas à nous contacter. Nous encourageons pour la réalisation de ce type de travaux l'utilisation des ouvrages et documents appartenant au domaine public et serions heureux de vous être utile.

+ *Ne pas supprimer l'attribution* Le filigrane Google contenu dans chaque fichier est indispensable pour informer les internautes de notre projet et leur permettre d'accéder à davantage de documents par l'intermédiaire du Programme Google Recherche de Livres. Ne le supprimez en aucun cas.

+ *Rester dans la légalité* Quelle que soit l'utilisation que vous comptez faire des fichiers, n'oubliez pas qu'il est de votre responsabilité de veiller à respecter la loi. Si un ouvrage appartient au domaine public américain, n'en déduisez pas pour autant qu'il en va de même dans les autres pays. La durée légale des droits d'auteur d'un livre varie d'un pays à l'autre. Nous ne sommes donc pas en mesure de répertorier les ouvrages dont l'utilisation est autorisée et ceux dont elle ne l'est pas. Ne croyez pas que le simple fait d'afficher un livre sur Google Recherche de Livres signifie que celui-ci peut être utilisé de quelque façon que ce soit dans le monde entier. La condamnation à laquelle vous vous exposeriez en cas de violation des droits d'auteur peut être sévère.

À propos du service Google Recherche de Livres

En favorisant la recherche et l'accès à un nombre croissant de livres disponibles dans de nombreuses langues, dont le français, Google souhaite contribuer à promouvoir la diversité culturelle grâce à Google Recherche de Livres. En effet, le Programme Google Recherche de Livres permet aux internautes de découvrir le patrimoine littéraire mondial, tout en aidant les auteurs et les éditeurs à élargir leur public. Vous pouvez effectuer des recherches en ligne dans le texte intégral de cet ouvrage à l'adresse `http://books.google.com`



SOCIÉTÉ VAUDOISE

DES

SCIENCES NATURELLES

N° 139.	publié en mars 1901	Prix	3 fr. 50
N° 140.	» juin 1901		3 » —
N° 141.	» septembre 1901		4 » 50
N° 142	» décembre 1901		3 » —

Prix du vol. XXXVII.

Fr. 14.

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ VAUDOISE

DES

SCIENCES NATURELLES

publié sous la direction du Bureau

PAR

FÉLIX ROUX

4e S. — Volume XXXVII

Ce volume contient les Bulletins Nos 139, 140, 141, 142

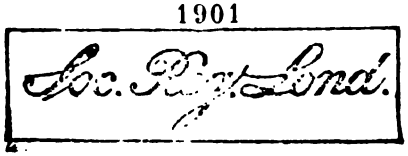
publiés en 1901.

LAUSANNE

LIBRAIRIE F. ROUGE, RUE HALDIMAND.

LIBRAIRIE DE L'UNIVERSITÉ

1901



STANFORD UNIVERSITY
LIBRARIES

DEC 27 1983

TABLE DES MÉMOIRES

DU VOLUME XXXVII

Pages

AMSTEIN, H. — Courbes d'égale longueur. (P. I-III.) 1

SANTSCHI, FÉLIX-F. — Recherches sur les parasites des sièges des cabinets d'aisance 41

VAN MUYDEN, A., ing. — Le régime du lac Léman et de ses affluents au cours de la période décennale 1890-1899. (Pl. IV.) 91

NARBEL, P. — Contribution à l'étude de la faune des mammifères du canton de Vaud 99

FOREL, F.-A. — Pêche de la féra dans le lac Léman, notes statistiques 127

BÖHRER, C. — Le climat de la Haute-Savoie 133

BIELER, TH., lic. ès sc. — Etude préliminaire sur le modelé glaciaire et le paysage drumlinique dans la plaine vaudoise. . . 213

FOREL, F.-A. — L'origine de la faune des poissons du Léman . . 221

JACCARD, PAUL. — Rapport annuel sur la marche de la société pendant l'année 1900. 227

JACCARD, PAUL. — Distribution de la flore alpine dans le bassin des Dranses et dans quelques régions voisines 241

BONARD, ARTHUR. — Etude pétrographique des roches éruptives du soubassement cristallin des dents de Morcles-Dents du Midi. 273

GALLI-VALERIO, B. — La collection de parasites du laboratoire d'hygiène et de parasitologie de l'Université de Lausanne . . 343

KOOL, C.-J. — Seconde note sur la correction qu'exige l'équation $\Sigma \frac{1}{2} mv^2 = \frac{3}{2} PV$ à cause du volume que possèdent les molécules 383

LUGEON, MAURICE. — Sur la fréquence dans les Alpes de gorges épigénétiques et sur l'existence de barres calcaires de quelques vallées suisses. (Pl. V-XIII.) 423

DE COPPET, L.-C. — Décomposition de l'heptahydrate de sulfate de sodium au contact du sel de Glauber effleuri. (Pl. XIV et XV.) 455

JACCARD, PAUL. — Plantae turkestanicae. — Herborisations dans le Turkestan russe 463

RIESSINGER, G. et BONARD, A. — Les blocs cristallins de la Hornfluh (Préalpes bernoises). (Pl. XVI.) 471

FOREL, F.-A. — Les matières organiques dans l'eau du lac . . . 479

MERCANTON, P., ing. — Contribution à l'étude des pertes d'énergie dans les diélectriques. (Pl. XVII-XXIV.). 483

JACCARD, PAUL. — Etude comparative de la distribution florale dans une portion des Alpes et du Jura 547

GALLI-VALERIO, B. — Etudes relatives à la Malaria : Distribution des Anopheles dans le canton de Vaud, en relation avec les anciens foyers de Malaria, etc. (Pl. XXV) 581

TABLE DES MATIÈRES DU VOLUME XXXVII

(Bulletins nos 139 à 142.)

Les chiffres romains se rapportent aux pages des procès-verbaux.

A. AFFAIRES ADMINISTRATIVES

(Voir aux procès-verbaux.)

Assemblées générales. — De décembre, p. IX. — De mars, p. XVI. — Extraordinaire, p. XXII. — De juin, à Gimel, proposition, p. XXVIII. — Séance p. XXXII.

Bibliothèque. — Don de MM. M. Lugeon et Forel, p. I. — Nomination de M. L. Meylan, comme bibliothécaire, p. XII. — Don de M. Sarazin, p. XVI. — Don de la Soc. des Sc. Nat. de Bâle, p. XXII. — Règlement nouveau, p. XXII. — Refus d'échange, p. XXVI. — Don de M. H. Brunner, p. XXVIII. — Don de M. Kool, p. XXVIII. — Don de M. F.-A. Forel, p. XXVIII.

Bulletin. — Proposition de M. Amann, renvoyée au comité, p. XVI.

Bureau. — Pour 1901, p. IX. Démission et remplacement du secrétaire, p. XXVI.

Caisse. — Budget pour 1901, p. IX. — (*) Situation au 31 décembre 1900, p. 232.

Commissions. — De vérification des comptes, nomination, p. IX. — (*) Rapport pour 1900, p. XVI et 235.

Décès. — *a)* Membres honoraires.
b) Membres effectifs : M. Baer-Monnet, p. X.

Démissions. — MM. Bersier, Wellauer, Gueissaz, Gilliéron, p. X. — Tallichet, Olivier-de Speyr, p. XII. — Mlle de Ludkewich, p. XVI.

Réceptions. — *a)* Membres honoraires : MM. le Dr Yersin, et Marcel Bertrand, p. XXXIII.
b) Membres associés émérites : MM. Renevier, et le colonel Guillemin, p. XXXIII.
c) Membres effectifs : MM. A. Métraux, p. IV ; E. Jaccard, p. X ; A. Bonard, p. XII ; A. Porret, p. XV ; H.-E. Monod, p. XVI ; A. Barbey, p. XXII ; Ed. Herzen, p. XXXII ; P. Murisier, p. XXXVIII.

Règlement. — Projet présenté, p. XXI.

Divers. — Exposition de Vevey, p. I. — Félicitations à M. Lugeon, p. VII. — Conférence de M. Lochmann, p. XVIII, XXI. — Souscription pour le monument J.-B. Carnoy, p. XXI. — Salle des périodiques, p. XXI. — Invitation au congrès d'Annecy, p. XXII. — Souscription pour le monument A. de Haller, p. XXVII. — Réunion de la Société géologique de France à Lausanne, en septembre, p. XXVIII. — Cinquantenaire de M. Renevier comme membre de la Société, p. XXIX. — Invitation au congrès international de botanique, à Genève, p. XXXIX. — Invitation au congrès international de la tuberculose, à Londres, p. XXXIX. — Délégués à la Société helvétique des sciences naturelles, p. XXXIX.

B. TRAVAUX SCIENTIFIQUES

Les communications ayant fait l'objet d'un mémoire publié dans le Bulletin de la Société sont marqués d'un (*) et la page est indiquée en chiffres arabes. Les chiffres romains se rapportent aux procès-verbaux.

Mathématiques et Astronomie.

(*) Courbes d'égale longueur (pl. I-III), p. 1.

(*) Seconde note sur la correction qu'exige l'équation $\Sigma \frac{1}{2} mv^2 - \frac{3}{2} PV$ à cause du volume des molécules, C.-J. Kool, p. 383.

Météorologie et physique du globe.

(*) Le régime du lac Léman et de ses affluents au cours de la période décennale 1890-1899, A. van Muyden (pl. IV), p. 91.

(*) Le climat de la Haute-Savoie, C. Bührer, p. 133.

Observations sur le glacier du Rhône, F.-A. Forel, p. I.

Sondages thermométriques devant Ouchy en 1900, F.-A. Forel, p. X.

Observations actinométriques, C. Bührer et H. Dufour, p. XII.

Tir contre la grêle, J. Dufour et H. Dufour, p. XIV.

Photographies de la Vallée de Joux, Aubert, p. XXI.

Mémoire sur la variation thermique annuelle des lacs, F.-A. Forel, p. XXI.

Poussières éoliennes récoltées en Sicile, F.-A. Forel, p. XXV.

Recherches de thermométrie lacustre, F.-A. Forel p. XXV.

Relation entre le tir aux forts de Dailly et la pluie, Bührer, p. XXX.

L'avalanche du glacier de Rossboden, F.-A. Forel, p. XXXV.

Physique pure et appliquée.

Durée exceptionnelle d'un hygromètre en sapin, H. Dufour, p. II.

Objectifs photographiques, nouvelle méthode de calcul, Amann, p. VII.

Photographie de l'écriture aux diverses phases du traitement des maladies nerveuses, R.-A. Reiss, p. VIII.

(*) Etude sur le spectre infra-rouge des solutions d'iode, C. Dutoit, p. XII. Vol. XXXVIII.
Pouvoir éclairant des mélanges d'acétylène et d'air, H. Dufour, p. XIX.
Effets thermiques des fenêtres doubles, H. Dufour, p. XX.
Presentation de radiographies, Schmidt, p. XXVI.
Mesures sur l'émission des radiations actino-électriques par l'arc voltaïque, H. Dufour, p. XXXIV.
(*) Contribution à l'étude des pertes d'énergie dans les diélectriques (pl. XVII-XXIV), P. Mercanton, p. 483.

Géologie, Minéralogie, Paléontologie.

Les anciens Thalwegs de l'Aar dans le Kirchet, Meyringen, M. Lugeon, p. IV.
(*) Le Modelé glaciaire et le Paysage drumlinique dans la plaine vaudoise, Th. Bieler, p. 213 et IX.
Observations sur les terrains quaternaires des environs de Lausanne, Th. Bieler, p. XI.
Stries glaciaires observées dans la mollasse à Chexbres, M. Lugeon, p. XI.
Origine des vallées transversales des Alpes françaises, M. Lugeon, p. XI, XV.
(*) Etude pétrographique des roches éruptives du soulassement cristallin des Dents de Morcles-Dents du Midi, A. Bonard, p. 273 et XVII.
Considérations générales sur le même sujet, Golliez, p. XVII.
Caractère énigmatique des fossiles « Daemonhelix », Renevier, p. XXVIII.
Origine de la petite vallée de St-Triphon, Renevier p. XXVIII.
Atlas géologique de France, feuille de Briançon, M. Lugeon, p. XXXII.
(*) Sur la fréquence, dans les Alpes, de gorges épigénétiques et sur l'existence de barres calcaires de quelques vallées suisses (pl. V-XIII), p. 423.
(*) Les blocs cristallins de la Hornfluh, G. Roessinger et A. Bonard, p. 471 et p. XXXII. (Pl. XVI.)
Recherches géologiques dans la vallée de Lauenen, Roessinger, p. XXXVIII.
Echantillons de Löss de la vallée du Rhin et du Kansu (Chine), F.-A. Forel, p. XL.

Chimie.

Analyse des liquides au moyen du réfractomètre, P. Dutoit et Herzen, ingénieur, p. VI.
Analyse d'un pétrole pour les cheveux, G. Rey, p. IX.
Etude sur les limites de combustibilité, L. Pelet et Jomini, p. XXIII.
(*) Décomposition de l'Heptahydrate de sulfate de sodium au contact du sel de Glauber effleuri (pl. XIV et XV) L.-C. de Coppet, p. 455 et XXXIX

Zoologie, Anatomie, Physiologie, Hygiène.

(*) Recherches sur les parasites des sièges des cabinets d'aisance, Félix-F. Santschi, p. 41 et XIII.
(*) Contribution à l'étude de la faune des mammifères du canton de Vaud, P. Narbel, p. 99 et VI.

(*) Pêche de la féra dans le lac Léman, statistique, F.-A. Forel, p. 127 et v.
Recherches sur les conditions qui régissent la quantité de suc gastrique et sa teneur en pepsine, Herzen, prof., p. VI.
Etat actuel de nos connaissances sur la malaria, B. Galli-Valerio, p. VIII.
Lampe à formaline pour traiter la loque des abeilles, B. Galli-Valerio, p. VIII.
(*) Origine de la faune ichthyologique du Léman, F.-A. Forel, p. 221 et XVII.
Les Scolytides de l'Europe centrale, Aug. Barbey, p. XVIII.
(*) La collection de parasites du laboratoire d'hygiène et de parasitologie de l'Université de Lausanne, B. Galli-Valerio, p. 343 et XXI.
Particularité presentée par un crâne trouvé à Cully, Delessert, p. XXXII.
La mue estivale des Anatidés, V. Fatio, p. XXXV.
Elevage d'œufs de truite, résultats, H. Blanc, p. XXXVII.
Observations sur un têtard de grenouille, Jaccard, p. XL.
(*) Etudes relatives à la malaria ; la distribution des Anopheles dans le canton de Vaud, en relation avec les anciens foyers de malaria, etc. (pl. XXV), B. Galli-Valerio, p. 581.

Botanique, Agriculture, Sylviculture.

Nouvelle méthode pour déterminer la distribution de la flore alpine, P. Jaccard, p. 111.
(*) Distribution de la flore alpine dans le bassin des Dranses et dans quelques régions voisines, P. Jaccard, p. 241 et XVIII.
(*) Plantæ turkestanicæ. — Herborisations dans le Turkestan russe, P. Jaccard, p. 463 et XXXVII.
Acquisitions nouvelles pour les collections de la Station agricole, S. Bieler, p. XXVII.
Exemplaire d'Arracenia purpureum, Bührer, p. XXXV.
Phénomènes de dioecisation chez Anemone alpina, Jaccard, p. XL.
Sedum dasyphyllum à feuilles géantes, Jaccard, p. XL.
(*) Etude comparative de la distribution florale dans une portion des Alpes et du Jura, P. Jaccard, p. 547.

Divers.

(*) Rapport annuel sur la marche de la Société pendant l'année 1900, P. Jaccard, p. 227 et IX.
Nouveau système de cheminée à siphon, L. Pelet, p. XVI.
Nouvelle carte scolaire de la Suisse, col. Lochmann, p. XXI.
Fouilles opérées à Chamblandes, résultats, Al. Schenk, p. XXVI.
Causes de la répartition de la population dans la vallée du Rhône, en Valais, M. Lugeon, p. XXXIII.
(*) Matières organiques dans l'eau du lac, F.-A. Forel, p. 479.

TABLE DES AUTEURS

Amann, J.
Calcul des aspects planétaires. p. VII.

Amsler, H.
* Courbes (cause ouverture p. LIII). p. [illegible].

Amsler, S.
Photographies de la Vallée de Joux. p. XX.

Barrey, A.
Sentiments de l'Europe centrale. p. XVIII.

Bauer, S. Acquisitions du Musée scientifique. p. XXVI.

Bauer, Th.
* Musée scientifique et zoologie d'Amsterdam. Visite. p. [illegible].
Terrains quaternaires de Lausanne. p. X.

Blanc, H.
Etiologie [illegible]. p. XXXVI.

Bonjour, A.
* Paléographie et ornementation orientales des Ducs de Milan (pour la Miss. p. [illegible].

Bonjour, A. et G. Bonnefon.
* Bijoux orientaux de la Hongrie p. XVI. p. XVI.

Bonnier, [illegible].
* Climat de la Haute-Suisse et [illegible]. p. XI et [illegible].

Bonnier, [illegible] et Douxami, H.
[illegible]. p. X.
Tir à [illegible] et poste. p. XXX.
Assurances postscolaires. p. XXXV.

de Cérenville, [illegible].
* Sur l'Hexactinellide de surface de Naples. XIV et XV. p. [illegible].

Delessert, E.
Assemblée [illegible]. p. XXXV.

Dessoulavy, H.
Cause d'un instrument en usage. p. [illegible].
Observations actinométriques. p. XX.
Tir contre la grêle. p. XV.
Enneigage par météores d'air et d'acétylène. p. XX.
Effets des tentes mobiles. p. XX.
Emploi des radiations actinoélectriques par l'arc voltaïque. p. XXXV.

Dessoulavy, J.
Tir contre la grêle. p. XV.
Sentiments de l'Europe centrale. p. XVIII.

Dumur, [illegible].
Source minérale des [illegible] (Vaud). p. XI.

Dutoit, P.
Analyse des laitiers par le ferrocyanure. p. X.

Favre, V.
Mise [illegible] des Vaudois. p. XXIV.

Forel, F.-A.
Glacier de Rhône. p.
* Perche de la Sarine dans le Léman. p. [illegible].
Sentiments [illegible]. Chasseron. p. X.
* Faune des poissons du Léman (suite). p. XII.
Variation [illegible] annuelle des eaux. p. XV.
Poissons [illegible] de Sicile. p. XVI.
Recherches [illegible] de Genève. p. XX.
Glacier de Rhône. p. XXIV.
Lacs de Carinthie et de Kärnten (Suite). p. X.
* Les [illegible] [illegible] des [illegible]. p. [illegible].

Galli-Valerio.
Nos connaissances actuelles sur la malaria, p. VIII.
Loque des abeilles, traitement, p. VIII.
(*) Collection de parasitologie de l'Université, p. 343.
(*) Malaria et distribution des Anopheles dans le canton de Vaud (pl. XXV), p. 581.

Golliez.
Soubassement cristallin des Dents de Morcles et du Midi, p. XVII.

Herzen, Al.
Substances pepsinogènes et succagogues, p. VI.

Herzen, Ed.
Analyse des liquides par le réfractomètre, p. VI.

Jaccard, P.
Détermination de la distribution florale, p. 111.
(*) Rapport présidentiel pour 1900, p. 227.
(*) Flore alpine du bassin des Dranses et régions voisines, p. 241.
(*) Plantæ turkestanicæ, p. 463.
Mélanges biologiques, p. XL.
(*) Distribution florale comparée pour une portion des Alpes et du Jura, p. 547.

Jorini.
Limites de combustibilité, p. XXIII.

Kool, C.-J.
(*) Equation $\Sigma \frac{1}{2} mv^2 = \frac{3}{2} PV$. seconde note sur sa correction, p. 383.

Lochmann, colonel.
Carte scolaire de la Suisse, p. XXI.

Lugeon, M.
Anciens thalwegs de l'Aar, Meiringen, p. IV.
Stries glaciaires dans la mollasse, Chexbres, p. XI.
Origine des vallées transversales des Alpes françaises, p. XI, XV.
Carte géologique, Briançon, p. XXXII.
Répartition de la population en Valais, XXXIII.
(*) Gorges épigénétiques, pl. V-XIII, p. 423.

Mercanton, P.
Pertes d'énergie dans les diélectriques, pl. XVII-XXIV, p. 483

van Muyden, A.
(*) Régime du Léman et de ses affluents, pl. IV, p. 91.

Narbel, P.
(*) Faune mammalogique vaudoise, p. 99.

Pelet, L.
Cheminées avec siphon, p. XVI.
Limites de combustibilité, p. XXIII.

Reiss, R.-A.
Photographies d'écritures, p. VIII.

Renevier.
Daemonhelix, p. XXVIII.
Origine du vallon de St-Triphon, p. XXVIII.

Rey, G.
Pétrole pour les cheveux, p. IX.

Rœssinger, G.
(*) Blocs cristallins de la Hornfluh (pl. XVI), p. 471.
Recherches dans la vallée de Lauenen, p. XXXIX.

Santschi, F.-F.
(*) Parasites des sièges des W.-C., p. 41.

Schenk, Al.
Fouilles de Chamblandes, p. XXVI.

Schmidt.
Radiographies, p. XXVI.

Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles

Vol. XXXVII. N° 139. 1901

COURBES D'ÉGALE LONGUEUR

PAR

H. AMSTEIN

Pl. I-III.

Dans la théorie de la flexion d'une poutre prismatique on considère celle des fibres dont la longueur n'est pas modifiée par l'action des forces, c'est la *fibre neutre*. La forme qu'elle affecte après la flexion est dite *ligne élastique*. La fibre neutre et la ligne élastique sont des *courbes d'égale longueur*.

Il va sans dire qu'en géométrie on peut former autant de courbes d'égale longueur qu'on veut. Il suffit, à cet effet, d'introduire des facteurs de proportionnalité convenables. Dans ce domaine la recherche des courbes d'égale longueur ne présente aucun intérêt. Il n'en est pas de même d'autres domaines. Comme l'étude des lignes élastiques définies plus haut est très importante en mécanique, il peut être intéressant, dans le domaine des représentations conformes, d'étudier une question analogue.

Le problème dont s'occupe ce petit travail est donc le suivant : Etant donnée une fonction monogène, quelle est la courbe dont la longueur de chacun de ses éléments n'est pas modifiée par la représentation conforme attachée à cette fonction ?

Ce problème est de ceux que l'on rencontre tout naturellement sur son chemin dès que l'on aborde l'étude des

représentations conformes. Sa résolution n'offre aucune difficulté, d'ailleurs elle est connue. Ce n'est donc pas pour la méthode employée que nous offrons ces quelques pages au lecteur, mais bien pour les résultats de détail obtenus.

Il peut, en effet, être utile de connaître des courbes qui, entre deux points correspondants quelconques, ont la même longueur, ou bien encore des courbes dont la longueur peut, comme par exemple celle de la lemniscate, être divisée en un certain nombre de parties égales.

Soit

$$1 \qquad \zeta = \xi + i\eta = f(z, a, b, \ldots)$$

une fonction monogène de la variable indépendante $z = x + iy$ et des paramètres constants $a = a' + ia''$, $b = b' + ib''$, ...

On sait que toute fonction de cette nature sert d'intermédiaire à une représentation conforme.

En mettant en évidence la valeur absolue r et la déviation φ de la dérivée $f'(z)$, l'équation

$$d\zeta = f'(z, a, b, \ldots)\, dz = re^{\varphi i}\, dz$$

montre que le rapport des valeurs absolues de $d\zeta$ et dz est égal à r, ce qui peut s'écrire en adoptant la notation généralement en usage

$$\frac{|d\zeta|}{|dz|} = r.$$

Il suffit donc que r soit égal à l'unité pour que la longueur de l'élément dz ne soit pas modifiée par la représentation conforme $\zeta = f(z, a, b, \ldots)$.

On arrive au même résultat en introduisant les quan-

tités conjugées de ζ, z, a, b, ... que nous désignerons par l'indice 1, de sorte que

$$\zeta_1 = \xi - i\eta, \quad z_1 = x - iy, \quad a_1 = a' - ia'', \quad b_1 = b' - ib'', \ldots.$$

En effet l'équation (1) entraîne cette autre

$$(1^a) \qquad \zeta_1 = f(z_1, a_1, b_1, \ldots)$$

et l'on a, en désignant encore par ds l'élément de la courbe *originale*. (z), et par $d\sigma$ l'élément de la courbe *image*, (ζ),

$$dz.\, dz_1 = (dx + idy)(dx - idy) = dx^2 + dy^2 = ds^2,$$

$$d\zeta.\, d\zeta_1 = (d\xi + id\eta)(d\xi - id\eta) = d\xi^2 + d\eta^2 = d\sigma^2,$$

et puisque

$$d\zeta = f'(z, a, b, \ldots)\, dz, \qquad d\zeta_1 = f'(z_1, a_1, b_1, \ldots)\, dz_1,$$

il vient

$$d\sigma^2 = f'(z, a, b, \ldots)\, dz.\, f'(z_1, a_1, b_1, \ldots)\, dz_1 =$$
$$= f'(z, a, b, \ldots) f'(z_1, a_1, b_1, \ldots)\, ds^2.$$

Ainsi, pour que $d\sigma$ soit égal à ds, il suffit que l'on ait

$$(2) \qquad f'(z, a, b, \ldots) f'(z_1, a_1, b_1, \ldots) = 1.$$

Cette condition détermine la courbe (z). Pour trouver la courbe correspondante (ζ), on peut ou bien chercher directement l'image de la courbe (z), ce qui sera généralement assez long, ou bien se servir de l'équation (2) appliquée à la fonction inverse de $f(z, a, b, \ldots)$, car de

$$\frac{d\zeta}{dz} \cdot \frac{d\zeta_1}{dz_1} = 1,$$

il suit immédiatement

$$\frac{dz}{d\zeta} \cdot \frac{dz_1}{d\zeta_1} = 1.$$

Ceci dit, nous allons passer en revue les représentations conformes les plus élémentaires et les mieux connues, afin de découvrir des courbes d'égale longueur.

I. $$1 \quad \zeta = z + a, \quad a = \text{const.}$$

Dans ce cas on a

$$\zeta = \frac{d\zeta}{dz} = 1, \quad \zeta_1 = 1,$$

et, par conséquent,

$$\zeta\,\zeta_1 = 1.$$

Comme cette dernière relation est indépendante de z, on en conclut que les courbes z et ζ sont toujours identiques. La formule (1) constitue, en effet, un simple déplacement de l'origine avec [illegible] de la direction des axes des coordonnées u et v.

II. $$1 \quad \zeta = \lambda z, \quad \lambda = \text{const.}$$

$$\zeta = \lambda, \quad \zeta_1 = \lambda.$$

La relation

$$\zeta\,\zeta_1 = 1$$

n'est satisfaite que si λ est de la forme [illegible], où λ est un nombre réel. Dans ce cas il n'existe donc pas de courbes d'égale longueur, à moins que le facteur λ n'ait pour seul effet une rotation autour de l'origine commune des plans z et ζ. La formule (1) peut, en vérité, être considérée comme [illegible] de [illegible] parfaite, avec l'origine [illegible].

III. (1) $$\zeta = \frac{\alpha z + \beta}{\gamma z + \delta},$$

où

$$\alpha = \alpha' + i\alpha'',\ \beta = \beta' + i\beta'',\ \gamma = \gamma' + i\gamma'',\ \delta = \delta' + i\delta''$$

sont des constantes.

On sait que cette fonction fait correspondre à toute circonférence (z) une circonférence (ζ), la droite étant considérée comme un cas particulier de la circonférence. Elle est le symbole de ce que Mœbius appelle une « Kreisverwandtschaft », ou encore, elle caractérise (avec une légère modification), une transformation au moyen de rayons vecteurs réciproques.

De (1) on tire

$$\zeta' = \frac{\alpha\delta - \beta\gamma}{(\gamma z + \delta)^2},\ \zeta'_1 = \frac{\alpha_1\,\delta_1 - \beta_1\,\gamma_1}{(\gamma_1\,z_1 + \delta_1)^2}$$

d'où

$$\zeta'\,\zeta'_1 = \frac{\alpha\delta - \beta\gamma}{(\gamma z + \delta)^2} \cdot \frac{\alpha_1\,\delta_1 - \beta_1\,\gamma_1}{(\gamma_1\,z_1 + \delta_1)^2} = 1,$$

ou bien

(2) $$(\gamma z + \delta)^2\,(\gamma_1\,z_1 + \delta_1)^2 = (\alpha\delta - \beta\gamma)\,(\alpha_1\,\delta_1 - \beta_1\,\gamma_1).$$

En posant pour simplifier l'écriture

$$\alpha\delta - \beta\gamma = \Lambda' + i\Lambda'',$$

où

$$\Lambda' = (\alpha'\,\delta' - \beta'\,\gamma') - (\alpha''\,\delta'' - \beta''\,\gamma''),$$

$$\Lambda'' = (\alpha'\,\delta'' - \beta'\,\gamma'') + (\alpha''\,\delta' - \beta''\,\gamma'),$$

il vient

$$(\alpha\delta - \beta\gamma)\,(\alpha_1\,\delta_1 - \beta_1\,\gamma_1) = \Lambda'^2 + \Lambda''^2.$$

Ensuite on trouve successivement

$$\begin{aligned}
&\alpha\gamma - \beta\delta \quad \gamma_1\alpha_1 - \delta_1 \quad = \gamma\gamma_1\,\alpha\alpha_1 - \gamma_1\beta\alpha_1 - \gamma\delta_1\,\alpha + \beta\delta_1 = \\
&= \gamma^2 + \gamma'^2 \quad \alpha^2 - \gamma^2 \quad + \gamma - \gamma' \quad \beta' - \beta' \quad \alpha - i\gamma + \\
&+ \gamma - i\gamma' \quad \beta - \beta' \quad \alpha - \gamma_1 \quad - \beta^2 - \beta'^2 = \\
&= \gamma^2 + \gamma'^2 \quad \alpha^2 + \gamma^2 \quad - 2\,\gamma\,\beta - \gamma'\beta' \quad \alpha - 2\,\gamma\,\beta' - \gamma'\beta' \quad \gamma + \beta^2 + \beta'^2.
\end{aligned}$$

Alors la condition Δ^2 donnait l'équation

$$[\gamma^2 + \gamma'^2 \quad \alpha^2 + \gamma^2 \quad - 2\,\gamma\,\beta - \gamma'\beta' \quad \alpha + 2\,\gamma\,\beta' - \gamma'\beta' \quad \gamma - \beta^2 + \beta'^2 = \Lambda'^2,$$

qui est celle d'une courbe du 4e degré dégénérant en deux circonférences, dont l'une est imaginaire.

Cette équation peut d'ailleurs être mise sous la forme connue

$$\left(\alpha - \frac{\gamma\,\beta - \gamma'\beta'}{\gamma^2 + \gamma'^2}\right)^2 + \gamma \quad + \frac{\gamma\,\beta' - \gamma'\beta}{\gamma^2 + \gamma'^2}\Big)^2 = \frac{\sqrt{\Lambda'^2 + \Lambda''^2}}{\gamma^2 + \gamma'^2},$$

où la seconde valeur de $\sqrt{\Lambda'^2 - \Lambda''^2}$ a été négligée.

La courbe Γ étant une circonférence, on sait d'avance que son image Γ' sera une courbe de même nature. Pour le vérifier, on résout l'équation (1) par rapport à z, ce qui donne

$$z = \frac{-\beta_1 z_1 + \beta}{\gamma_1 z_1 - \alpha}.$$

En remplaçant cette formule avec (1), on voit qu'il suffit de multiplier cette équation symbolique

$$\text{par } \beta_1 \quad \text{par } \gamma_1 \quad \text{par } -\alpha_1 \quad \text{par } -\delta_1 \quad \text{par } -\alpha$$

pour obtenir l'équation de la courbe Γ', à savoir

$$\left(\xi - \frac{\alpha\,\gamma - \alpha'\gamma'}{\gamma^2 + \gamma'^2}\right)^2 + \left(\eta - \frac{\alpha\,\gamma' + \alpha'\gamma}{\gamma^2 + \gamma'^2}\right)^2 = \frac{\sqrt{\Lambda'^2 + \Lambda''^2}}{\gamma^2 + \gamma'^2}.$$

Comme ces substitutions n'affectent pas les quantités A′ et A″, on voit que les circonférences (ε) et (ζ) ont le même rayon ; ce sont bien des courbes d'égale longueur.

IV $$\zeta = \varepsilon^n,$$

où n est un nombre constant réel quelconque, mais différent de l'unité.

Dans ce cas on a

$$\zeta' = n\varepsilon^{n-1}, \quad \zeta'_1 = n\varepsilon_1^{n-1},$$

et la condition

$$\zeta'\zeta'_1 = n^2(\varepsilon\varepsilon_1)^{n-1} = 1$$

donne

$$n^2(x^2 + y^2)^{n-1} = 1$$

ou

$$x^2 + y^2 = \frac{1}{n^{\frac{2}{n-1}}}.$$

La courbe (ε) est une circonférence de centre 0 et de rayon $\frac{1}{n^{\frac{1}{n-1}}}$. La courbe (ζ) sera également une circonférence de centre 0, mais de rayon $\frac{1}{n^{\frac{n}{n-1}}}$. On s'en convainc immédiatement.

En effet, la formule

$$\varepsilon = \zeta^{\frac{1}{n}}$$

montre que, pour obtenir l'équation de cette courbe, il suffit de remplacer dans l'équation précédente

$$x \text{ par } \xi, \quad y \text{ par } \eta \quad \text{et} \quad n \text{ par } \frac{1}{n},$$

ce qui donne

$$\xi^2 + \eta^2 = \frac{1}{n^{\frac{2n}{n-1}}}.$$

Il est à remarquer que la correspondance entre les courbes (z) et (ζ) est telle que le point ζ parcourt n fois sa circonférence, tandis que z décrit une seule fois la circonférence (z).

Cas particulier. $\zeta = \frac{1}{z}$, $z = \frac{1}{\zeta}$.

Les circonférences (z) et (ζ) se confondent : leur rayon est égal à l'unité. Les deux points correspondants parcourent cette courbe en même temps, mais en sens inverse.

Observation. Il est évident que, les points z et ζ restant en général distincts, les courbes (z) et (ζ) se confondront toutes les fois que la fonction ζ et la fonction inverse z sont identiques. Plus loin nous rencontrerons encore un exemple de ce genre.

V. 1) $\zeta = \frac{1}{2}\left(z - \frac{1}{z}\right)$.

Nous rappelons, en passant, que cette fonction transforme le système de circonférences concentriques avec l'origine comme centre commun et le faisceau de rayons correspondants respectivement en un système d'ellipses et d'hyperboles homofocales aux foyers $z = \pm 1$.

De [illegible] suit

$$\zeta = \frac{1}{2}\left(1 - \frac{1}{z}\right), \quad \zeta = \frac{1}{2}\left(1 - \frac{1}{z^2}\right),$$

[illegible] $\zeta(\zeta) = 1$ [illegible]

$$\frac{1}{4}\left(1 - \frac{1}{z}\right) = 1 - \frac{1}{z^2} = 1.$$

ou bien

$$3\,\varepsilon^2\varepsilon_1^2 + \varepsilon^2 + \varepsilon_1^2 - 1 = 0.$$

L'équation de la courbe (ε) devient ainsi

$$3\,(x^2+y^2)^2 + 2\,(x^2-y^2) - 1 = 0,$$

ou, posant

$$x = r\cos\varphi, \quad y = r\sin\varphi,$$

en coordonnées polaires

$$3\,r^4 + 2\,r^2\cos 2\varphi - 1 = 0.$$

En résolvant cette équation, soit par rapport à r, soit par rapport à $\cos 2\varphi$,

$$\left.\begin{array}{l} r = \dfrac{1}{\sqrt{3}}\sqrt{-\cos 2\varphi + \sqrt{3+\cos^2 2\varphi}}, \\ \cos 2\varphi = \dfrac{1-3\,r^4}{2\,r^2}, \end{array}\right\} \text{(fig. 1)}$$

on obtient des formules qui se prêtent bien au calcul numérique.

Etant connu un point r, φ de la courbe (ε), on peut déterminer le point correspondant de la courbe (ζ) à l'aide des formules

$$\xi = \frac{1}{2}\left(r + \frac{1}{r}\right)\cos\varphi, \quad \eta = \frac{1}{2}\left(r - \frac{1}{r}\right)\sin\varphi,$$

que l'on obtient en posant dans l'équation (1) $\varepsilon = re^{\varphi i}$, et en séparant ensuite la partie réelle de la partie imaginaire.

Il est d'ailleurs facile d'établir l'équation de cette courbe. En résolvant l'équation (1) par rapport à ε, il vient

$$\varepsilon = \zeta \pm \sqrt{\zeta^2 - 1},$$

d'où

$$\varepsilon' = 1 \pm \frac{\zeta}{\sqrt{\zeta^2-1}} = \frac{\sqrt{\zeta^2-1} \pm \zeta}{\sqrt{\zeta^2-1}},$$

$$\varepsilon'_1 = \frac{\sqrt{\zeta_1^2-1} \pm \zeta_1}{\sqrt{\zeta_1^2-1}}.$$

La condition $\varepsilon' \varepsilon'_1 = 1$ donne ensuite

$$\frac{\left(\sqrt{\zeta^2-1} \pm \zeta\right)\left(\sqrt{\zeta_1^2-1} \pm \zeta_1\right)}{\sqrt{\zeta^2-1}\cdot\sqrt{\zeta_1^2-1}} = 1,$$

relation à laquelle on peut donner la forme

$$\pm\zeta\sqrt{\zeta_1^2-1} \pm \zeta_1\sqrt{\zeta^2-1} = -\zeta\zeta_1.$$

En rendant rationnel et en simplifiant, on est conduit à

$$3\zeta^4\zeta_1^4 - 2\zeta^2\zeta_1^2(\zeta^2+\zeta_1^2) + 2\zeta^2\zeta_1^2 - \zeta^4 - \zeta_1^4 = 0,$$

ce qui fournit l'équation cherchée

$$3(\xi^2+\eta^2)^4 - 4(\xi^2+\eta^2)(\xi^2-\eta^2) + 16\xi^2\eta^2 = 0.$$

Transformée en coordonnées polaires, à l'aide des formules

$$\xi = \varrho\cos\psi, \quad \eta = \varrho\sin\psi,$$

elle devient, après division par ϱ^4

$$3\varrho^4 - 4\varrho^2\cos 2\psi + 4\sin^2 2\psi = 0.$$

En vue du calcul numérique, on en tire

$$\left\{\begin{array}{l} \varrho = \sqrt{\frac{2}{3}}\sqrt{\cos 2\psi \pm \sqrt{4\cos^2 2\psi - 3}}, \\ \cos 2\psi = \dfrac{-\varrho^2 + 2\sqrt{1+\varrho^4}}{2} \end{array}\right\} \text{(fig. 2)}$$

Remarque. La présence du facteur commun ϱ^4 accuse l'origine comme un point quadruple de la courbe.

VI. (1) $\zeta^2 + z^2 = 1$.

De cette équation on tire d'abord

$$\zeta = \sqrt{1 - z^2},$$

puis

$$\zeta' = -\frac{z}{\sqrt{1-z^2}}, \quad \zeta'_1 = -\frac{z_1}{\sqrt{1-z_1^2}}.$$

La condition $\zeta'\,\zeta'_1 = 1$ devient

$$\frac{z\,z_1}{\sqrt{1-z^2}\,\sqrt{1-z_1^2}} = 1,$$

d'où il suit

$$z^2 + z_1^2 = 1,$$

ou bien

$$x^2 - y^2 = \frac{1}{2}.$$

La courbe (z) est donc une hyperbole équilatère qui, en vertu de la symétrie de l'équation (1) relativement aux variables z et ζ, se correspond à elle-même. La correspondance est telle qu'au point x, y correspond le point $\xi = x$, $\eta = -y$, ou encore le point $\xi = -x$, $\eta = y$.

VII. $\zeta = \log z$.

Dans ce cas

$$\zeta' = \frac{1}{z}, \quad \zeta'_1 = \frac{1}{z_1},$$

et la condition $\zeta'\,\zeta'_1 = 1$ donne la circonférence

$$x^2 + y^2 = 1.$$

La courbe (ζ) se réduit à la droite $\xi = 0$, car de

$$z = e^{\zeta}, \quad z' = e^{\zeta}, \quad z'\,z'_1 = e^{\zeta+\zeta_1} = 1$$

il suit

$$\zeta + \zeta_1 = 0, \quad \text{ou bien} \quad \xi = 0.$$

Lorsque le point z parcourt le cercle des unités une fois dans le sens positif, le point ζ décrit la portion de l'axe des η qui va de $\eta = 0$ à $\eta = +2\pi$.

VIII. $\qquad \zeta = \arcsin z.$

Dans le cas actuel on a

$$\zeta' = \frac{1}{\sqrt{1-z^2}}, \quad \zeta'_1 = \frac{1}{\sqrt{1-z_1^2}}.$$

La courbe (z) est une lemniscate particulière au paramètre $\sqrt{2}$, à savoir

(1) $\qquad (x^2+y^2)^2 - 2(x^2-y^2) = 0.$ $\qquad$ (fig. 3)

Pour trouver l'image de cette courbe, on partira de l'équation

$$z = \sin\zeta = \frac{e^{i\zeta} - e^{-i\zeta}}{2i}$$

qui fournit

$$z' = \frac{e^{i\zeta} + e^{-i\zeta}}{2}, \quad z'_1 = \frac{e^{-i\zeta_1} + e^{i\zeta_1}}{2}.$$

La condition $z'\,z'_1 = 1$ prend la forme

$$\frac{1}{4}\left(e^{i\zeta} + e^{-i\zeta}\right)\left(e^{i\zeta_1} + e^{-i\zeta_1}\right) = 1,$$

ou bien

$$e^{i(\zeta+\zeta_1)} + e^{-i(\zeta+\zeta_1)} + e^{i(\zeta-\zeta_1)} + e^{-i(\zeta-\zeta_1)} = 4,$$

$$e^{2i\xi} + e^{-2i\xi} + e^{2\eta} + e^{-2\eta} = 4,$$

(2) $\qquad e^{2\eta} + e^{-2\eta} + 2\cos 2\xi = 4.$

Posant pour un instant

$$e^{2\eta} = u\,,$$

cette dernière équation devient

$$u + \frac{1}{u} + 2\cos 2\xi = 4\,,$$

ou

$$u^2 + 2(\cos 2\xi - 2)\,u + 1 = 0\,.$$

On en tire

$$e^{2\eta} = u = (2 - \cos 2\xi) \pm \sqrt{(2-\cos 2\xi)^2 - 1}\,.$$

Finalement la courbe (ζ) est représentée par l'équation

$$\eta = \frac{1}{2}\log\left[(2-\cos 2\xi) \pm \sqrt{(2-\cos 2\xi)^2-1}\,\right]$$

ou

$$\eta = \pm\frac{1}{2}\log\left[(2-\cos 2\xi) + \sqrt{(2-\cos 2\xi)^2-1}\,\right] \text{ (fig. 4)}\,.$$

On remarquera que l'ordonnée η est une fonction périodique de l'abscisse ξ ; la période est égale à π.

L'élément de cette courbe est donné par la formule

$$d\sigma = \sqrt{1 + \left(\frac{d\eta}{d\xi}\right)^2}\,d\xi\,.$$

Or

$$\frac{d\eta}{d\xi} = \pm\frac{\sin 2\xi}{\sqrt{(2-\cos 2\xi)^2 - 1}}$$

et, par conséquent

$$\sigma = \sqrt{1 + \frac{\sin^2 2\xi}{(2-\cos 2\xi)^2 - 1}}\,d\xi = 2\sqrt{\frac{1-\cos 2\xi}{(2-\cos 2\xi)^2-1}}\,d\xi =$$

$$= 2\sqrt{\frac{1-\cos 2\xi}{(1-\cos 2\xi)(3-\cos 2\xi)}}\,d\xi = \frac{2\,d\xi}{\sqrt{3-\cos 2\xi}} = \frac{\sqrt{2}\,d\xi}{\sqrt{1+\sin^2\xi}}\,.$$

Afin de vérifier si, entre deux points correspondants, les courbes (z) et (ζ) ont la même longueur, il est utile d'exprimer les coordonnées x, y en fonction de ξ. A cet effet on écrira

$$z = x + iy = \frac{1}{2i}\left(e^{i\zeta} - e^{-i\zeta}\right) = \frac{1}{2i}\left(e^{i(\xi+i\eta)} - e^{-i(\xi+i\eta)}\right) =$$

$$= \frac{1}{2i}\left(e^{i\xi}e^{-\eta} - e^{-i\xi}e^{\eta}\right) = \frac{1}{2i}\left[e^{-\eta}(\cos\xi + i\sin\xi) - e^{\eta}(\cos\xi - i\sin\xi\right.$$

$$= \frac{e^{\eta} + e^{-\eta}}{2}\sin\xi + i\frac{e^{\eta} - e^{-\eta}}{2}\cos\xi.$$

En comparant, dans les deux membres, les parties réelles et les parties imaginaires, on obtient

$$(3)\quad \begin{cases} x = \dfrac{e^{\eta} + e^{-\eta}}{2}\sin\xi, \\ y = \dfrac{e^{\eta} - e^{-\eta}}{2}\cos\xi. \end{cases}$$

Incidemment on pourra constater (ce qui d'ailleurs est connu) qu'aux droites $\eta = \text{const.}$ correspond un système d'ellipses homofocales

$$\frac{x^2}{\left(\dfrac{e^{\eta} + e^{-\eta}}{2}\right)^2} + \frac{y^2}{\left(\dfrac{e^{\eta} - e^{-\eta}}{2}\right)^2} = 1$$

et aux droites $\xi = \text{const.}$ un système d'hyperboles homofocales

$$\frac{x^2}{\sin^2\xi} - \frac{y^2}{\cos^2\xi} = 1.$$

Les foyers communs à toutes ces courbes sont les points $x = \pm 1$, $y = 0$.

Dans le but de faire disparaître la variable η des formules (3), on modifie l'équation (2) de la manière suivante :

$$(2)\qquad e^{2\eta} + e^{-2\eta} = 4 - 2\cos 2\xi,$$

$$e^{2\eta} + 2 + e^{-2\eta} = 6 - 2\cos 2\xi,$$

$$e^{2\eta} - 2 + e^{-2\eta} = 2 - 2\cos 2\xi,$$

d'où l'on tire

$$\frac{e^{\eta} + e^{-\eta}}{2} = \frac{1}{\sqrt{2}}\sqrt{3 - \cos 2\xi},$$

$$\frac{e^{\eta} - e^{-\eta}}{2} = \frac{1}{\sqrt{2}}\sqrt{1 - \cos 2\xi}.$$

En introduisant ces valeurs dans les formules (3), ces dernières prennent la forme

$$(4)\qquad \begin{cases} x = \dfrac{1}{\sqrt{2}}\sin\xi\sqrt{3 - \cos 2\xi} = \dfrac{1}{2}\sqrt{(2 - \cos 2\xi)^2 - 1}, \\ y = \dfrac{1}{\sqrt{2}}\cos\xi\sqrt{1 - \cos 2\xi} = \dfrac{1}{2}\sin 2\xi. \end{cases}$$

On en déduit

$$dx = \frac{(2 - \cos 2\xi)\sin 2\xi}{\sqrt{(2 - \cos 2\xi)^2 - 1}}\,d\xi, \quad d\eta = \cos 2\xi\, d\xi;$$

puis

$$ds = \sqrt{dx^2 + dy^2} = \sqrt{\frac{(2 - \cos 2\xi)^2 \sin^2 2\xi}{(2 - \cos 2\xi)^2 - 1} + \cos^2 2\xi}\,d\xi =$$

$$2\sqrt{\frac{1 - \cos 2\xi}{(3 - \cos 2\xi)(1 - \cos 2\xi)}}\,d\xi = \frac{2\,d\xi}{\sqrt{3 - \cos 2\xi}} = \frac{\sqrt{2}\,d\xi}{\sqrt{1 + \sin^2\xi}}.$$

Ainsi on a bien $ds = d\sigma$ et les deux courbes sont d'égale longueur. Il va sans dire que, s'il s'agissait de calculer la longueur de la lemniscate (1), on préférerait introduire des coordonnées polaires moyennant les formules $x = r\cos\varphi$, $y = r\sin\varphi$. On obtiendrait de cette façon

$$r = \sqrt{2}\sqrt{\cos 2\varphi}, \quad ds = \frac{\sqrt{2}\,d\varphi}{\sqrt{\cos 2\varphi}}.$$

Le rayon de courbure R de la courbe (z) est donné par la formule

$$R = \frac{\sqrt{dx^2 + dy^2}^3}{dx\,d^2y - dy\,d^2x};$$

son expression tirée des formules (4), est

$$R = -\frac{\sqrt{2}}{3\sin\xi},$$

tandis que le rayon de courbure P de la courbe (ζ) devient

$$P = \frac{\sqrt{1 + \left(\frac{d\eta}{d\xi}\right)^2}^3}{\frac{d^2\eta}{d\xi^2}} = \frac{\sqrt{2}}{\sin\xi}.$$

Le rapport $\frac{P}{R} = -3$ est donc constant; cette circonstance digne d'être remarquée, se rencontrera encore plusieurs fois dans la suite de ce travail.

IX. $\qquad \zeta = \operatorname{arctg} z$

Cette fonction conduit aux mêmes courbes que la précédente, à la seule différence près que les axes des x et des y sont échangés entre eux (mais non les axes des ξ et des η).

X. (1) $\zeta = z + \frac{1}{3z^3}$.

Cette fonction permet de représenter d'une manière conforme l'extérieur du cercle des unités sur l'extérieur de l'astroïde particulière.

$$\xi^{\frac{2}{3}} + \eta^{\frac{2}{3}} = \left(\frac{4}{3}\right)^{\frac{2}{3}}.$$

Dans ce cas on a

$$\zeta' = 1 - \frac{1}{z^4}, \quad \zeta'_1 = 1 - \frac{1}{z_1^4}$$

et la condition $\zeta' \zeta'_1 = 1$ donne

$$z^4 + z_1^4 = 1,$$

d'où il suit que la courbe (z) a pour équation

(2) $$(x^2 + y^2)^2 - 8x^2y^2 = \frac{1}{2},$$

ou en coordonnées polaires, si l'on pose $x = r\cos\varphi$, $y = r\sin\varphi$

$$r^4(1 - 8\sin^2\varphi\cos^2\varphi) = r^4(1 - 2\sin^2 2\varphi) = r^4\cos 4\varphi = \frac{1}{2},$$

ou encore

(3) $$r = \frac{1}{\sqrt[4]{2\cos 4\varphi}}.$$ (fig. 5)

De cette équation on tire, en désignant par ϑ l'angle que fait la tangente en un point quelconque avec le rayon vecteur et par α l'angle que fait cette même tangente avec l'axe positif des x,

$$\operatorname{tg}\vartheta = r\frac{d\varphi}{dr} = \operatorname{cotg} 4\varphi,$$

d'où

$$\vartheta = \frac{\pi}{2} - 4\varphi,$$

$$\alpha = \vartheta + \varphi = \frac{\pi}{2} - 3\varphi;$$

l'élément de la courbe a pour expression

$$ds = \sqrt{r^2 + \left(\frac{dr}{d\varphi}\right)^2}\, d\varphi = \frac{1}{\sqrt[4]{2}} \frac{d\varphi}{(\cos 4\varphi)^{\frac{5}{4}}},$$

et le rayon de courbure R devient

$$R = \frac{ds}{d\alpha} = -\frac{1}{3\sqrt[4]{2}\,(\cos 4\varphi)^{\frac{5}{4}}}.$$

Cette courbe a quatre asymptotes passant par l'origine et faisant avec l'axe positif des x respectivement les angles $\pm\frac{\pi}{8}$, $\pm\frac{3\pi}{8}$. Elle est donc du genre hyperbole.

Posant dans l'équation (1) $z = re^{i\varphi}$ et en séparant les parties réelles des parties imaginaires, il vient

$$\begin{cases} \xi = r\cos\varphi + \dfrac{1}{3r^3}\cos 3\varphi, \\ \eta = r\sin\varphi - \dfrac{1}{3r^3}\sin 3\varphi, \end{cases}$$

(d'où pour $r=1$ l'astroïde $\xi = \frac{4}{3}\cos^3\varphi$, $\eta = \frac{4}{3}\sin^3\varphi$ ou (2))

En introduisant dans ces équations la valeur de r tirée de (3), on obtient pour la courbe (ζ) la représentation paramétrique

$$(4)\quad \begin{cases} \xi = \dfrac{1}{3}\dfrac{4\cos\varphi + \cos 7\varphi}{(2\cos 4\varphi)^{\frac{1}{4}}}, \\ \eta = \dfrac{1}{3}\dfrac{4\sin\varphi - \sin 7\varphi}{(2\cos 4\varphi)^{\frac{1}{4}}}. \end{cases}$$

(fig. 6)

Cette courbe qui se compose de quatre branches, a les mêmes asymptotes que la courbe (ε) ; elle possède en outre quatre points doubles situés sur les axes coordonnés à la distance 1,20959 de l'origine ; un de ces points correspond à $\varphi = 14^0\ 15'\ 38'',39$. Pour trouver l'élément de cette courbe, on formera

$$\begin{cases} d\xi = -\dfrac{1}{\sqrt[4]{2}}\ \dfrac{\sin 11\varphi}{(\cos 4\varphi)^{\frac{5}{4}}}\, d\varphi, \\ d\eta = -\dfrac{1}{\sqrt[4]{2}}\ \dfrac{\cos 11\varphi}{(\cos 4\varphi)^{\frac{5}{4}}}\, d\varphi, \end{cases}$$

d'où l'on tire, comme cela devait être

$$d\sigma = ds = \frac{1}{\sqrt[4]{2}}\ \frac{d\varphi}{(\cos 4\varphi)^{\frac{5}{4}}}.$$

On peut encore remarquer que pour cette courbe

$$\operatorname{tg}\alpha = \operatorname{cotg} 11\varphi \quad \text{ou} \quad \alpha = \frac{\pi}{2} - 11\varphi$$

et le rayon de courbure

$$P = -\frac{1}{11\sqrt[4]{2}} \cdot \frac{1}{(\cos 4\varphi)^{\frac{5}{4}}}.$$

Ainsi, en deux points correspondants, les rayons de courbure des courbes (ε) et (ζ) sont dans un rapport constant $= \dfrac{11}{3}$.

XI. (1) $\quad \zeta = \dfrac{1}{4}\left(3\varepsilon + \dfrac{1}{\varepsilon^3}\right)$.

A l'égard de cette fonction qui sert d'intermédiaire à la représentation conforme de l'extérieur du cercle des unités sur l'extérieur de l'astroïde $\xi^{\frac{2}{3}} + \eta^{\frac{2}{3}} = 1$, on pourra con-

sulter mon travail intitulé : *Un exemple de représentation conforme,* « Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences naturelles », vol. XI, 1878, pages 175 à 198.

Bien que cette fonction ne se distingue de la précédente que par le facteur constant $\frac{3}{4}$, les courbes (z) et (ζ) sont très différentes de celles que nous venons de trouver.

Dans le cas actuel la courbe (z) a pour équation

$$7(x^2+y^2)^4+9(2x^4-12x^2y^2+2y^4)=9,$$

ou en coordonnées polaires $x=r\cos\varphi$, $y=r\sin\varphi$,

$$7r^8+18r^4\cos 4\varphi=9. \qquad \text{(fig. 7)}$$

En vue du calcul numérique on en tire

$$(2)\quad r=\frac{1}{\sqrt[4]{7}}\sqrt[4]{-9\cos 4\varphi+\sqrt{81\cos^2 4\varphi+63}}.$$

Son élément est donné par l'une des formules

$$ds=\frac{12\,rd\varphi}{7r^4+9\cos 4\varphi}=\frac{4\,rd\varphi}{\sqrt{9\cos^2 4\varphi+7}}$$

et son rayon de courbure par

$$R=\frac{24\,r^5}{35\,r^8-27}.$$

L'équation (2) étant satisfaite, il suffit pour obtenir les coordonnées ξ, η du point de la courbe (ζ) qui correspond au point r, φ de la courbe (z), de poser $z=re^{i\varphi}$ dans l'équation (1) et de comparer, dans les deux membres, les parties réelles et les parties imaginaires, ce qui donne

$$\begin{cases} \xi = \frac{1}{4}\left(3\, r \cos\varphi + \frac{1}{r^3}\cos 3\varphi\right), \\ \eta = \frac{1}{4}\left(3\, r \sin\varphi - \frac{1}{r^3}\sin 3\varphi\right). \end{cases} \qquad \text{(fig. 8)}$$

Cette courbe présente quatre points doubles situés sur les axes coordonnés à la distance 0,83662 de l'origine. (Un de ces points répond à $\varphi = 18^0\,55'\,20'',35$). La construction de la courbe est facilitée par la connaissance de $\operatorname{tg}\beta = \frac{d\eta}{d\xi}$ et du rayon de courbure. On trouve

$$\operatorname{tg}\beta = -\frac{r^8\cos 5\varphi - 2\,r^4\cos\varphi + \cos 3\varphi}{r^8\sin 5\varphi - 2\,r^4\sin\varphi - \sin 3\varphi},$$

et

$$P = -\frac{24\,r^5}{35\,r^8 - 99}.$$

(Au point double correspondant à la valeur indiquée de φ, $\operatorname{tg}\beta = \pm 1{,}73152$).

XII. (1) $\qquad \zeta = nz - pz^n,$

où p est un nombre réel quelconque et n un nombre entier positif.

Cette fonction résout le problème : Représenter d'une manière conforme l'intérieur du cercle des unités sur l'intérieur d'une épicycloïde. A $p = 1$ correspond une épicycloïde ordinaire et à $p < 1$ une épicycloïde allongée. *)

Dans ce cas

$$\zeta' = n(1 - pz^{n-1}), \quad \zeta'_1 = n(1 - pz_1^{n-1}),$$

*) Comparez mon travail intitulé : *Notes sur les épicycloïdes et les hypocycloïdes, envisagées au point de vue de la représentation conforme.* Bulletin de la Soc. vaud. des Sciences nat. Vol. XXVIII, 1892, p. 9.

et la condition $\zeta' \zeta'_1 = 1$ donne l'équation

$$n^2 [1 - p (\varepsilon^{n-1} + \varepsilon_1{}^{n-1}) + p^2 (\varepsilon \varepsilon_1)^{n-1}] = 1$$

qu'on peut mettre sous la forme

$$p^2 (\varepsilon \varepsilon_1)^{n-1} - p (\varepsilon^{n-1} + \varepsilon_1{}^{n-1}) = - \frac{n^2 - 1}{n^2}$$

ou, en introduisant $\varepsilon = x + iy$, $\varepsilon_1 = x - iy$ et en posant

$$\frac{m (m-1) (m-2) \dots (m-k+1)}{1. \quad 2. \quad 3 \quad \dots \quad k} = m_k$$

$$p^2(x^2+y^2)^{n-1} - p[x^{n-1} + (n-1)_1 x^{n-2} y i - (n-1)_2 x^{n-3} y^2 -$$

$$- (n-1)_3 x^{n-4} y^3 i + \dots + (n-1)_k x^{n-k-1} y^k i^k + \dots + y^{n-1} i^{n-1}] -$$

$$- p[x^{n-1} - (n-1)_1 x^{n-2} y i - (n-1)_2 x^{n-3} y^2 + (n-1)_3 x^{n-4} y^3 i + \dots$$

$$\dots + (-1)^k (n-1)_k x^{n-k-1} y^k i^k + \dots + (-1)^{n-1} y^{n-1} i^{n-1}] =$$

$$= - \frac{n^2 - 1}{n^2} .$$

En simplifiant, il vient

$$p^2 (x^2+y^2)^{n-1} - 2p [x^{n-1} - (n-1)_2 x^{n-3} y^2 + (n-1)_4 x^{n-5} y^4 + \dots$$

$$+ (-1)^\lambda (n-1)_{2\lambda} x^{n-2\lambda} y^{2\lambda} - \dots] = - \frac{n^2 - 1}{n^2} ,$$

ce que l'on peut écrire 1°) lorsque n est impair

$$p^2 (x^2+y^2)^{n-1} - 2p \sum_{\lambda=0}^{\lambda=\frac{1}{2}(n-1)} (-1)^\lambda (n-1)_{2\lambda} x^{n-2\lambda-1} y^{2\lambda} = - \frac{n^2 - 1}{n^2} .$$

et 2°) lorsque n est pair

$$p^2 (x^2+y^2)^{n-1} - 2p \sum_{\lambda=0}^{\lambda=\frac{1}{2}(n-2)} (-1)^\lambda (n-1)_{2\lambda} x^{n-2\lambda-1} y^{2\lambda} = - \frac{n^2 - 1}{n^2} .$$

En coordonnées polaires $x = r\cos\varphi$, $y = r\sin\varphi$, ces équations prennent respectivement la forme

1°) pour n impair

$$r^{2n-1} - 2p\,r^{n-1}\sum_{\lambda=0}^{\lambda=\frac{1}{2}(n-1)}(-1)^{\lambda}(n-1)_{2\lambda}\cos^{n-2\lambda-1}\varphi\sin^{2\lambda}\varphi = -\frac{n^2-1}{n^2};$$

2° pour n pair

$$r^{2n-1} - 2p\,r^{n-1}\sum_{\lambda=0}^{\lambda=\frac{1}{2}(n-2)}(-1)^{\lambda}(n-1)_{2\lambda}\cos^{n-2\lambda-1}\varphi\sin^{2\lambda}\varphi = -\frac{n^2-1}{n^2}.$$

Etant de la forme $Ax^{2m} + Bx^m + C = 0$, ces équations peuvent être résolues par rapport à r.

En tenant compte de l'une ou de l'autre de ces équations, suivant que n est impair ou pair, on obtient la courbe correspondante (ζ) par les équations

$$\begin{cases} \xi = nr\cos\varphi - pr^n\cos n\varphi \\ \eta = nr\sin\varphi - pr^n\sin n\varphi \end{cases}$$

qu'on établit en posant dans (1) $x = re^{i\varphi}$ et en séparant les parties réelles des parties imaginaires.

XIII. (1) $$\zeta = nz + \frac{p}{z^n},$$

où p et n ont la même signification que dans l'exemple précédent.

A l'aide de cette fonction on peut représenter l'extérieur du cercle des unités conformément sur l'extérieur d'une hypocycloïde ordinaire ou allongée suivant que $p = 1$ ou $p < 1$. *)

*) L. c. p. 9.

De (1) on tire

$$\zeta' = n\left(1 - \frac{p}{z^{n+1}}\right),\quad \zeta'_1 = n\left(1 - \frac{p}{z_1^{n+1}}\right),$$

et la condition $\zeta'\,\zeta'_1 = 1$ fournit l'équation

$$n^2\left(1 - \frac{p}{z^{n+1}}\right)\left(1 - \frac{p}{z_1^{n+1}}\right) = 1$$

ou

$$\frac{n^2-1}{n^2}(z\,z_1)^{n+1} - p\,(z^{n+1} + z_1^{n+1}) + p^2 = 0.$$

Un calcul analogue à celui qui vient d'être fait dans l'exemple précédent, conduit aux équations finales

1°) pour n impair

$$\frac{n^2-1}{n^2}(x^2+y^2)^{n+1} - 2p\sum_{\lambda=0}^{\lambda=\frac{1}{2}(n+1)}(-1)^\lambda (n+1)_{2\lambda}\,x^{n-2\lambda+1}\,y^{2\lambda} = -p^2;$$

2°) pour n pair

$$\frac{n^2-1}{n^2}(x^2+y^2)^{n+1} - 2p\sum_{\lambda=0}^{\lambda=\frac{1}{2}n}(-1)^\lambda (n+1)_{2\lambda}\,x^{n-2\lambda+1}\,y^{2\lambda} = -p^2$$

En coordonnées polaires $x = r\cos\varphi$, $y = r\sin\varphi$, elles prennent la forme

1°) pour n impair

$$\frac{n^2-1}{n^2}r^{2(n+1)} - 2p\,r^{n+1}\sum_{\lambda=0}^{\lambda=\frac{1}{2}(n+1)}(-1)^\lambda (n+1)_{2\lambda}\cos^{n-2\lambda+1}\varphi\sin^{2\lambda}\varphi = -$$

2°) pour n pair

$$\frac{n^2-1}{n^2}r^{2(n+1)} - 2p\,r^{n+1}\sum_{\lambda=0}^{\lambda=\frac{1}{2}n}(-1)^\lambda (n+1)_{2\lambda}\cos^{n-2\lambda+1}\varphi\sin^{2\lambda}\varphi = -$$

Les points ξ, η de la courbe image (ζ) sont fournis par les équations

$$\begin{cases} \xi = nr\cos\varphi + \dfrac{p}{r^n}\cos n\varphi, \\ \eta = nr\sin\varphi - \dfrac{p}{r^n}\sin n\varphi, \end{cases}$$

où les variables r et φ sont reliées entre elles, suivant le cas, par l'une ou l'autre des équations précédentes.

Exemple. Soit $p = 1$, $n = 1$,

$$\zeta = z + \frac{1}{z}.$$

Directement ou à l'aide des formules précédentes, on trouve que la courbe (z) est une hyperbole équilatère dont l'équation est

$$x^2 - y^2 = \frac{1}{2},$$

ou en coordonnées polaires $x = r\cos\varphi$, $y = r\sin\varphi$

$$r = \frac{1}{\sqrt{2\cos 2\varphi}}. \qquad \text{(Fig. 9.)}$$

Son élément a pour expression

$$ds = \frac{1}{\sqrt{2}}\frac{d\varphi}{(\cos 2\varphi)^{\frac{3}{2}}}$$

et les quantités ϑ, α, R dont la signification est la même que dans l'exemple X, prennent respectivement la valeur

$$\vartheta = \frac{\pi}{2} - 2\varphi, \quad \text{car } \operatorname{tg}\vartheta = r\frac{d\varphi}{dr} = \operatorname{cotg} 2\varphi,$$

$$\alpha = \vartheta + \varphi = \frac{\pi}{2} - \varphi,$$

$$R = \frac{ds}{d\alpha} = -\frac{1}{\sqrt{2}} \frac{1}{(\cos 2\varphi)^{\frac{3}{2}}}.$$

La courbe (ζ) est donnée par les équations

$$(1) \quad \begin{cases} \xi = \left(r + \frac{1}{r}\right)\cos\varphi = \left(\frac{1}{\sqrt{2\cos 2\varphi}} + \sqrt{2\cos 2\varphi}\right)\cos\varphi, \\ \eta = \left(r - \frac{1}{r}\right)\sin\varphi = \left(\frac{1}{\sqrt{2\cos 2\varphi}} - \sqrt{2\cos 2\varphi}\right)\sin\varphi, \end{cases}$$

ou par l'équation unique que l'on obtient en éliminant le paramètre φ entre ces deux équations, à savoir

$$2(\xi^2+\eta^2)^2(\xi^2-\eta^2) - 5(\xi^2+\eta^2)^2 - [4(\xi^2-\eta^2) - 9]^2 = 0. \quad \text{(Fig. 10)}$$

Elle a deux asymptotes qui font, comme celles de l'hyperbole, les angles $\pm\frac{1}{4}\pi$ avec l'axe positif des ξ, et deux points doubles situés sur l'axe des ξ à la distance $\pm\sqrt{3}$ de l'origine. Les tangentes en ces points font les angles $\pm\frac{1}{3}\pi$ avec l'axe positif des ξ.

Des équations (1) on tire

$$d\xi = \frac{\sin\varphi - 2(\sin 2\varphi\cos 2\varphi\cos\varphi + \sin\varphi\cos^2 2\varphi)}{\sqrt{2}\,(\cos 2\varphi)^{\frac{3}{2}}}\,d\varphi =$$

$$= \frac{\sin\varphi - 2\cos 2\varphi\,(\sin 2\varphi\cos\varphi + \cos 2\varphi\sin\varphi)}{\sqrt{2}\,(\cos 2\varphi)^{\frac{3}{2}}}\,d\varphi = \frac{\sin\varphi - 2\cos 2\varphi\sin 3\varphi}{\sqrt{2}\,(\cos 2\varphi)^{\frac{3}{2}}}$$

$$= \frac{\sin\varphi - (\sin 5\varphi + \sin\varphi)}{\sqrt{2}\,(\cos 2\varphi)^{\frac{3}{2}}}\,d\varphi = -\frac{\sin 5\varphi}{\sqrt{2}\,(\cos 2\varphi)^{\frac{3}{2}}}\,d\varphi,$$

$$d\eta = \frac{\cos\varphi - 2(\cos\varphi\cos^2 2\varphi - \sin\varphi\sin 2\varphi\cos 2\varphi)}{\sqrt{2}\,(\cos 2\varphi)^{\frac{3}{2}}}\,d\varphi =$$

$$\frac{1-2\cos 2\varphi(\cos 2\varphi\cos\varphi - \sin 2\varphi\sin\varphi)}{\sqrt{2}\,(\cos 2\varphi)^{\frac{3}{2}}}\,d\varphi = \frac{\cos\varphi - 2\cos 2\varphi\cos 3\varphi}{\sqrt{2}\,(\cos 2\varphi)^{\frac{3}{2}}}\,d\varphi$$

$$= \frac{\cos\varphi - (\cos 5\varphi + \cos\varphi)}{\sqrt{2}\,(\cos 2\varphi)^{\frac{3}{2}}}\,d\varphi = -\frac{\cos 5\varphi}{\sqrt{2}\,(\cos 2\varphi)^{\frac{3}{2}}}\,d\varphi .$$

Il s'ensuit que

$$\operatorname{tg}\beta = \frac{d\eta}{d\xi} = \operatorname{cotg} 5\varphi, \quad \beta = \frac{\pi}{2} - 5\varphi, \quad d\beta = -5d\varphi,$$

$$d\sigma = \sqrt{d\xi^2 + d\eta^2} = \frac{1}{\sqrt{2}}\frac{d\varphi}{(\cos 2\varphi)^{\frac{3}{2}}} = ds,$$

$$\rho = \frac{d\sigma}{d\beta} = -\frac{1}{5\sqrt{2}\,(\cos 2\varphi)^{\frac{3}{2}}}.$$

Ainsi on reconnaît qu'en deux points correspondants quelconques, le rayon de courbure de la courbe (ε) est 5 fois aussi grand que celui de la courbe (ζ).

Les courbes d'égale longueur ne sont que des cas particuliers de courbes dont les longueurs comptées à partir de deux points correspondants jusqu'à deux autres points correspondants quelconques sont dans un rapport constant. Le problème : « Etant donnée une fonction de la variable complexe z

$$\zeta = f(z, a, b, \ldots),$$

trouver deux courbes correspondantes (ε) et (ζ) telles que

$\frac{d\sigma}{ds} = m$, où m est une constante réelle », est aussi facile à résoudre que celui des courbes d'égale longueur. En effet, de

$$d\sigma^2 = f'(z, a, b, \ldots) f'(z_1, a_1, b_1, \ldots)\, ds^2$$

il suit immédiatement

$$\left(\frac{d\sigma}{ds}\right)^2 = m^2 = f'(z, a, b, \ldots) f'(z_1, a_1, b_1, \ldots),$$

et, si $\varphi(\zeta, a, b, \ldots)$ est la fonction inverse de $f(z, a, b, \ldots)$, on a également

$$\left(\frac{ds}{d\sigma}\right)^2 = \frac{1}{m^2} = \frac{1}{f'(z, a, b, \ldots)} \cdot \frac{1}{f'(z_1, a_1, b_1, \ldots)} =$$

$$= \varphi'(\zeta, a, b, \ldots)\, \varphi'(\zeta_1, a_1, b_1, \ldots).$$

Ainsi les courbes originales z sont déterminées par la relation

$$f'(z, a, b, \ldots) f'(z_1, a_1, b_1, \ldots) = m^2,$$

et les courbes images ζ par la relation analogue

$$\varphi'(\zeta, a, b, \ldots)\, \varphi'(\zeta_1, a_1, b_1, \ldots) = \frac{1}{m^2}.$$

Quand on [illegible] le paramètre m, les courbes z et ζ [illegible] deux familles de courbes distinctes [illegible] ce sera le cas toutes [illegible] symétrique relativement [illegible]

[illegible] considérations [illegible]

Les lettres α, β, γ, δ, A′, A″ conservant la même signification que dans l'exemple III, p. 5, le procédé indiqué conduit aux équations suivantes : Pour les courbes (ξ)

$$\left(x+\frac{\gamma'\delta'+\gamma''\delta''}{\gamma'^2+\gamma''^2}\right)^2+\left(y+\frac{\gamma'\delta''-\gamma''\delta'}{\gamma'^2+\gamma''^2}\right)^2=\frac{1}{m}\frac{\sqrt{A'^2+A''^2}}{\gamma'^2+\gamma''^2},$$

et pour les courbes (ζ)

$$\left(\xi-\frac{\alpha'\gamma'+\alpha''\gamma''}{\gamma'^2+\gamma''^2}\right)^2+\left(\eta-\frac{\alpha''\gamma'-\alpha'\gamma''}{\gamma'^2+\gamma''^2}\right)^2=m\frac{\sqrt{A'^2+A''^2}}{\gamma'^2+\gamma''^2}.$$

Si m varie d'une courbe à l'autre, ces équations représentent deux systèmes de circonférences concentriques. Une circonférence du second système est m fois aussi longue que la circonférence correspondante du premier système

II. $\zeta=\log\xi$. (Exemple VII, p. 11).

Les courbes (ξ) sont les circonférences

$$x^2+y^2=\frac{1}{m^2},$$

les courbes (ζ) les droites

$$\xi=-\log m.$$

Lorsque ξ décrit une fois et dans le sens positif une de ces circonférences, le point ζ parcourt la droite $\xi=-\log m$ depuis $\eta=0$ jusqu'à $\eta=2\pi$.

III. $\zeta=\arcsin\xi$. (Exemple VIII, p. 12).

La famille des courbes (ξ) est donnée par l'équation

$$(x^2+y^2)^2-2(x^2-y^2)+\left(1-\frac{1}{m^4}\right)=0,$$

et la famille des courbes (ζ) par l'équation

$$\eta = \pm \log\left[\left(\frac{2}{m^2} - \cos 2\xi\right) + \sqrt{\left(\frac{2}{m^2} - \cos 2\xi\right)^2 - 1}\right].$$

Pour $m = 1$ la courbe (ε) est une lemniscate et la forme de la courbe correspondante est connue (fig. 3 et 4).

Lorsque $m < 1$ la courbe (ε) est formée d'un seul trait entourant la lemniscate plus ou moins étroitement suivant que m se rapproche plus ou moins de l'unité (fig. 11), et la courbe (ζ) a une forme se rapprochant de celle indiquée dans fig. 12 qui, de même que fig. 11, répond à $m = \sqrt{\frac{9}{10}}$.

Enfin lorsque $m > 1$, la courbe (ε) se compose de deux traits fermés, symétriques par rapport à l'axe des y, tandis qu'un ensemble d'une infinité de traits fermés, isolés et tous identiques, constitue la courbe (ζ) ; car on a déjà reconnu que l'ordonnée η est une fonction périodique de l'abscisse ξ.

Les rayons de courbure R et P des courbes (ε) et (ζ) ont respectivement pour expression

$$R = \frac{2}{m^2} \frac{r^3}{\left(1 - \frac{1}{m^4}\right) + 3r^4},$$

$$P = -\frac{2}{m} \frac{r^3}{\left(1 - \frac{1}{m^4}\right) + r^4}.$$

IV. $$\zeta = \sqrt{1 - \varepsilon^2}.$$

Par le procédé habituel on trouve

pour les courbes (ε)

$$(1 - m^4)(x^2 + y^2)^2 + 2m^4(x^2 - y^2) - m^4 = 0,$$

pour les courbes (ζ)

$$\left(1-\frac{1}{m^4}\right)(\xi^2+\eta^2)^2+\frac{2}{m^4}(\xi^2-\eta^2)-\frac{1}{m^4}=0,$$

et l'on peut remarquer que la seconde équation s'obtient en remplaçant dans la première x par ξ, y par η, m par $\frac{1}{m}$.

Si donc on se figure les plans (z) et (ζ) confondus, les deux familles de courbes n'en forment qu'une seule. Elles constituent, en quelque sorte, une involution en ce sens que la correspondance entre deux courbes qui répondent à la même valeur de m, est réciproque.

Lorsque l'une des courbes est formée d'un seul trait fermé, la courbe correspondante se compose de deux traits fermés, isolés et symétriques par rapport à l'axe des ordonnées.

Dans le cas limite $m=1$, l'hyperbole $x^2-y^2=\frac{1}{2}$ se correspond à elle-même. (Elément double de l'involution.)

V. $$\zeta=3z-z^3.$$

Les courbes (z) ont pour équation

$$(x^2+y^2)^2-2(x^2-y^2)=\frac{m^2}{9}-1,$$

et les courbes (ζ) sont données par

$$(1)\qquad \begin{cases} \xi=3r\cos\varphi-r^3\cos 3\varphi, \\ \eta=3r\sin\varphi-r^3\sin 3\varphi. \end{cases}$$

Dans le cas particulièrement intéressant où $m=3$, la courbe (z) devient la lemniscate

$$(x^2+y^2)^2-2(x^2-y^2)=0,$$

ou, en coordonnées polaires $x = r\cos\varphi$, $y = r\sin\varphi$,

$$(2) \qquad r = \sqrt{2}\sqrt{\cos 2\varphi}. \qquad \text{(fig. 13)}$$

En introduisant cette valeur de r dans les équations (1), il vient

$$\xi = 3\sqrt{2}\sqrt{\cos 2\varphi}\cos\varphi - 2\sqrt{2}\cos 2\varphi\sqrt{\cos 2\varphi}\cos 3\varphi =$$

$$= \sqrt{2}\sqrt{\cos 2\varphi}(3\cos\varphi - 2\cos 2\varphi\cos 3\varphi) =$$

$$= \sqrt{2}\sqrt{\cos 2\varphi}(3\cos\varphi - \cos\varphi - \cos 5\varphi)$$

$$= \sqrt{2}\sqrt{\cos 2\varphi}(2\cos\varphi - \cos 5\varphi),$$

$$\eta = 3\sqrt{2}\sqrt{\cos 2\varphi}\sin\varphi - 2\sqrt{2}\sqrt{\cos 2\varphi}\cos 2\varphi\sin 3\varphi =$$

$$= \sqrt{2}\sqrt{\cos 2\varphi}(3\sin\varphi - 2\cos 2\varphi\sin 3\varphi) =$$

$$= \sqrt{2}\sqrt{\cos 2\varphi}(3\sin\varphi - \sin\varphi - \sin 5\varphi)$$

$$= \sqrt{2}\sqrt{\cos 2\varphi}(2\sin\varphi - \sin 5\varphi),$$

en sorte que l'on a pour la courbe correspondante (ζ) la représentation paramétrique

$$(3) \qquad \begin{cases} \xi = \sqrt{2}\sqrt{\cos 2\varphi}(2\cos\varphi - \cos 5\varphi), \\ \eta = \sqrt{2}\sqrt{\cos 2\varphi}(2\sin\varphi - \sin 5\varphi). \end{cases} \qquad \text{(fig. 14)}$$

De (2) on tire

$$\frac{dr}{d\varphi} = -\sqrt{2}\,\frac{\sin 2\varphi}{\sqrt{\cos 2\varphi}}.$$

d'où

$$\operatorname{tg}\vartheta = r\frac{d\varphi}{dr} = -\operatorname{cotg} 2\varphi,\quad \vartheta = \frac{\pi}{2} + 2\varphi,$$

$$\alpha = \frac{\pi}{2} + 3\varphi,\quad d\alpha = 3d\varphi,$$

et comme on a

$$ds = \sqrt{r^2 + \left(\frac{dr}{d\varphi}\right)^2}\, d\varphi = \frac{\sqrt{2}\, d\varphi}{\sqrt{\cos 2\varphi}},$$

le rayon de courbure R de la lemniscate a pour expression

$$R = \frac{ds}{d\alpha} = \frac{\sqrt{2}}{3\sqrt{\cos 2\varphi}}.$$

Les équations (3) donnent

$$= \left[-\frac{\sin 2\varphi}{\sqrt{\cos 2\varphi}}(2\cos\varphi - \cos 5\varphi) + \sqrt{\cos 2\varphi}\,(-2\sin\varphi + 5\sin 5\varphi)\right] d\varphi =$$

$$= \frac{-2\sin 2\varphi\cos\varphi + \sin 2\varphi\cos 5\varphi - 2\sin\varphi\cos 2\varphi + 5\cos 2\varphi\sin 5\varphi}{\sqrt{\cos 2\varphi}}\, d\varphi =$$

$$= \frac{-2\sin 3\varphi + \sin 7\varphi + 2(\sin 7\varphi + \sin 3\varphi)}{\sqrt{\cos 2\varphi}}\, d\varphi = \frac{3\sin 7\varphi}{\sqrt{\cos 2\varphi}}\, d\varphi,$$

$$= \left[-\frac{\sin 2\varphi}{\sqrt{\cos 2\varphi}}(2\sin\varphi - \sin 5\varphi) + \sqrt{\cos 2\varphi}\,(2\cos\varphi - 5\cos 5\varphi)\right] d\varphi =$$

$$= \frac{-2\sin 2\varphi\sin\varphi + \sin 2\varphi\sin 5\varphi + 2\cos 2\varphi\cos\varphi - 5\cos 2\varphi\cos 5\varphi}{\sqrt{\cos 2\varphi}}\, d\varphi =$$

$$= \frac{2\cos 3\varphi - \cos 7\varphi - 2(\cos 7\varphi + \cos 3\varphi)}{\sqrt{\cos 2\varphi}}\, d\varphi = -\frac{3\cos 7\varphi}{\sqrt{\cos 2\varphi}}\, d\varphi,$$

d'où il suit

$$\begin{cases} d\xi = 3\sqrt{2}\,\dfrac{\sin 7\varphi}{\sqrt{\cos 2\varphi}}\,d\varphi, \\ d\eta = -3\sqrt{2}\,\dfrac{\cos 7\varphi}{\sqrt{\cos 2\varphi}}\,d\varphi, \end{cases}$$

$$d\sigma = \sqrt{d\xi^2 + d\eta^2} = 3\sqrt{2}\,\frac{d\varphi}{\sqrt{\cos 2\varphi}},$$

$$\operatorname{tg}\beta = \frac{d\eta}{d\xi} = -\operatorname{cotg} 7\varphi, \quad \beta = \frac{\pi}{2} + 7\varphi, \quad d\beta = 7\,d\varphi.$$

Le rayon de courbure P de la courbe (ζ) devient donc

$$P = \frac{d\sigma}{d\beta} = \frac{3}{7}\,\frac{\sqrt{2}}{\sqrt{\cos 2\varphi}},$$

et l'on reconnaît qu'en deux points correspondants les rayons de courbure des courbes (ζ) et (ε) sont dans le rapport constant $\frac{P}{R} = \frac{9}{7}$.

La courbe (ζ) possède trois points doubles, à savoir l'origine et les points $\xi = \pm 2{,}702\ldots$, $\eta = 0$ dont l'un correspond à $\varphi = \arcsin\sqrt{\frac{5-\sqrt{13}}{8}}$ (ou $\varphi = 24^\circ 40' 36'',62$).

A l'origine les tangentes à la courbe font les angles $\pm\frac{1}{4}\pi$ avec l'axe positif des ξ; aux deux autres points doubles on a $\operatorname{tg}\beta = 7{,}847\ldots$

Nous avons rencontré plusieurs couples de courbes d'égale longueur (ou de longueur proportionnelle) qui, en deux points correspondants, ont des rayons de courbure

proportionnels. Ce fait n'est pas général. On peut, en conséquence, demander : Quelle est la condition à laquelle la fonction $\zeta = f(x, a, b, \ldots)$ doit suffire pour qu'il se produise? Il est facile de répondre à cette question.

Si $F(x, y) = 0$ est l'équation d'une courbe, son rayon de courbure a pour expression

$$R = -\frac{\sqrt{\left(\frac{\partial F}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial F}{\partial y}\right)^2}^3}{\left(\frac{\partial F}{\partial y}\right)^2 \frac{\partial^2 F}{\partial x^2} - 2\frac{\partial F}{\partial x}\frac{\partial F}{\partial y}\frac{\partial^2 F}{\partial x\,\partial y} + \left(\frac{\partial F}{\partial x}\right)^2 \frac{\partial^2 F}{\partial y^2}}.$$

Dans le cas actuel où

$$F(x, y) = f'(x, a, b, \ldots) f'(x_1, a_1, b_1, \ldots) - m^2 = 0$$

lse l'équation de la courbe (x), nous poserons, afin de simplifier l'écriture

$$f'(x, a, b, \ldots) = f', \quad f'(x_1, a_1, b_1, \ldots) = f_1',$$
$$f''(x, a, b, \ldots) = f'', \quad f''(x_1, a_1, b_1, \ldots) = f_1'',$$

etc.

Alors il vient

$$\frac{\partial F}{\partial x} = f' f_1'' + f_1' f'', \quad \frac{\partial F}{\partial y} = i(f'' f_1' - f' f_1''),$$

$$\frac{\partial^2 F}{\partial x^2} = f''' f_1' + 2 f'' f_1'' + f' f_1''', \quad \frac{\partial^2 F}{\partial x\,\partial y} = i(f''' f_1' - f' f_1'''),$$

$$\frac{\partial^2 F}{\partial y^2} = -(f''' f_1' - 2 f'' f_1'' + f' f_1'''),$$

de sorte que

$$R = 2\frac{\sqrt{f' f_1'}\sqrt{f'' f_1''}^3}{f''^2(f_1' f_1''' - f_1''^2) + f_1''^2(f' f''' - f''^2)}.$$

Le rayon de courbure P de la courbe correspondante (ζ) s'obtient par la même formule. Il devient, si l'on désigne la fonction inverse de ζ par $\varphi(\zeta, a, b, \ldots)$ et qu'à l'égard de la fonction φ on adopte des notations abrégées analogues aux précédentes, à savoir $\varphi'(\zeta, a, b, \ldots) = \varphi'$, $\varphi'(\zeta_1, a_1, b_1, \ldots) = \varphi_1'$, etc.

$$(1) \qquad P = 2\frac{\sqrt{\varphi'\varphi_1'}\sqrt{\varphi''\varphi_1''}^3}{\varphi''^2(\varphi_1'\varphi_1''' - \varphi_1''^2) + \varphi_1''^2(\varphi'\varphi''' - \varphi''^2)}.$$

Or on sait que

$$\varphi' = \frac{1}{f'}, \quad \varphi'' = -\frac{f''}{f'^3}, \quad \varphi''' = \frac{3f''^2 - f'f'''}{f'^5},$$

et de même

$$\varphi_1' = \frac{1}{f_1'}, \quad \varphi_1'' = -\frac{f_1''}{f_1'^3}, \quad \varphi_1''' = \frac{3f_1''^2 - f_1'f_1'''}{f_1'^5}.$$

En introduisant ces valeurs dans (1), on obtient

$$P = 2f'f_1'\frac{\sqrt{f''f_1''}^3}{f''^2(2f_1''^2 - f_1'f_1''') + f_1''^2(2f''^2 - f'f''')}.$$

Pour que le quotient $\frac{R}{P}$ soit constant et $= n$, où n est un nombre réel positif ou négatif, on doit avoir, en tenant compte de l'égalité $\sqrt{f''f'_1} = m$,

$$\frac{R}{P} = \frac{f''^2(2f_1''^2 - f_1'f_1''') + f_1''^2(2f''^2 - f'f''')}{f''^2(f_1'f_1''' - f_1''^2) + f_1''^2(f'f''' - f''^2)} = mn.$$

De cette équation on tire successivement, afin de donner à la condition cherchée la forme la plus simple possible

$$\frac{f''^2(f_1''^2 - f_1' f_1''') + f_1''^2(f''^2 - f' f''') + 2f''^2 f_1''^2}{f''^2(f_1' f_1''' - f_1''^2) + f_1''^2(f' f''' - f''^2)} = mn =$$

$$= -1 + \frac{2f''^2 f_1''^2}{f''^2(f_1' f_1''' - f_1''^2) + f_1''^2(f' f''' - f''^2)},$$

$$\frac{f''^2 f_1''^2}{f''^2(f_1' f_1''' - f_1''^2) + f_1''^2(f' f''' - f''^2)} = \frac{mn+1}{2},$$

$$\frac{f''^2(f_1' f_1''' - f_1''^2) + f_1''^2(f' f''' - f''^2)}{f''^2 f_1''^2} = \frac{2}{mn+1},$$

$$\frac{f_1''^2 - f_1' f_1'''}{f_1''^2} + \frac{f''^2 - f' f'''}{f''^2} = -\frac{2}{mn+1},$$

$$\frac{d}{dz_1}\left(\frac{f_1'}{f_1''}\right) + \frac{d}{dz}\left(\frac{f'}{f''}\right) = -\frac{2}{mn+1}.$$

Ainsi la condition nécessaire et suffisante pour que le fait mentionné plus haut arrive, est

$$\frac{d}{dz}\left(\frac{f'}{f''}\right) + \frac{d}{dz_1}\left(\frac{f_1'}{f_1''}\right) = \text{const.} \tag{2}$$

En d'autres termes, il faut qu'en vertu de l'équation de la courbe (z)

$$f' f_1' = m^2$$

le premier membre de l'équation (2) se réduise à une constante.

Le problème inverse : Etant donnée une courbe (z), déterminer la fonction $\zeta = f(z)$ et la courbe (ζ) de telle façon que les deux courbes soient d'égale longueur, offre évidemment beaucoup plus de difficulté que celui qui vient

d'être traité. D'ailleurs on reconnaît aisément que si l'on sait trouver une solution, on pourra en indiquer un nombre illimité, car la solution dépend en dernier lieu d'une quadrature. Toute la difficulté consiste à mettre l'équation de la courbe donnée sous la forme $\psi(x).\ \psi(x_1) = 1$ (ou, quand il s'agit de deux courbes dont la longueur de l'une est un multiple donné de celle de l'autre, $\psi(x)\ \psi(x_1) = m^2$). Une fois cette forme obtenue, il suffira de poser $f'(x) = \psi(x)$, d'où il suit immédiatement

$$\zeta - \zeta_0 = \int \psi(x)\, dx .$$

Nous choisissons comme exemples deux courbes que nous avons rencontrées déjà plusieurs fois, à savoir la lemniscate et l'hyperbole équilatère. Le procédé indiqué s'y applique sans la moindre difficulté.

Exemple 1. *La lemniscate.*

$$(x^2 + y^2)^2 - 2(x^2 - y^2) = 0 .$$

Cette équation peut se mettre sous les formes différentes

$$x^2 x_1^2 - (x^2 + x_1^2) = 0,$$

$$x^2 x_1^2 - (x^2 + x_1^2) + 1 = 1,$$

$$(x^2 - 1)(x_1^2 - 1) = 1 .$$

On peut donc poser

1° $f'(x) = 1 - x^2$, d'où $\zeta - \zeta_0 = \frac{1}{3}(3x - x^3)$;

2° $f'(x) = \sqrt{1 - x^2}$, " $\zeta - \zeta_0 = \frac{1}{2}\left(x\sqrt{1-x^2} + \text{arc sin } x\right.$

3° $f'(x) = \frac{1}{\sqrt{1 - x^2}}$, " $\zeta - \zeta_0 = \text{arc sin } x$;

4°) $f'(x) = \frac{1}{1-x^2}$, d'où $\zeta - \zeta_0 = \frac{1}{2} \log \frac{1+x}{1-x}$;

5°) $f'(x) = (1-x^2)^2$, » $\zeta - \zeta_0 = x - \frac{2}{3}x^3 + \frac{1}{5}x^5$;

6°) $f'(x) = \sqrt[4]{1-x^2}$, » $\zeta - \zeta_0 = \int \sqrt[4]{1-x^2}\, dx$;

7°) $f'(x) = \frac{1}{\sqrt[4]{1-x^2}}$, » $\zeta - \zeta_0 = \int \frac{dx}{\sqrt[4]{1-x^2}}$;

etc.

Exemple 2. Hyperbole équilatère.

$$x^2 - y^2 = \frac{1}{2}.$$

En mettant cette équation successivement sous les formes

$$x^2 + x_1^2 = 1,$$

$$\frac{1}{x^2} + \frac{1}{x_1^2} = \frac{1}{x^2 x_1^2},$$

$$1 - \left(\frac{1}{x^2} + \frac{1}{x_1^2}\right) = 1 - \frac{1}{x^2 x_1^2},$$

$$\frac{1}{x^2 x_1^2} - \left(\frac{1}{x^2} + \frac{1}{x_1^2}\right) + 1 = 1,$$

il vient finalement

$$\left(1 - \frac{1}{x^2}\right)\left(1 - \frac{1}{x_1^2}\right) = 1.$$

Cette dernière forme permet de poser

$1^0 f'(z) = 1 - \frac{1}{z^2}$, d'où $\zeta - \zeta_0 = z + \frac{1}{z}$;

$2^0) f'(z) = \sqrt{1 - \frac{1}{z^2}}$, » $\zeta - \zeta_0 = \sqrt{z^2 - 1} + \text{arc cosec } z$;

$3^0) f'(z) = \frac{1}{1 - \frac{1}{z^2}} = 1 - \frac{1}{1 - z^2}$, d'où $\zeta - \zeta_0 = z - \frac{1}{2} \log \frac{1+z}{1-z}$;

$4^0) f'(z) = \frac{1}{\sqrt{\frac{1}{z^2} - 1}} = \frac{z}{\sqrt{1 - z^2}}$, » $\zeta - \zeta_0 = \sqrt{1 - z^2}$;

$5^0) f'(z) = \frac{1}{\sqrt[4]{\frac{1}{z^2} - 1}} = \sqrt[4]{\frac{z^2}{1 - z^2}}$, d'où $\zeta - \zeta_0 = \int \sqrt[4]{\frac{z^2}{1 - z^2}} dz$

etc.

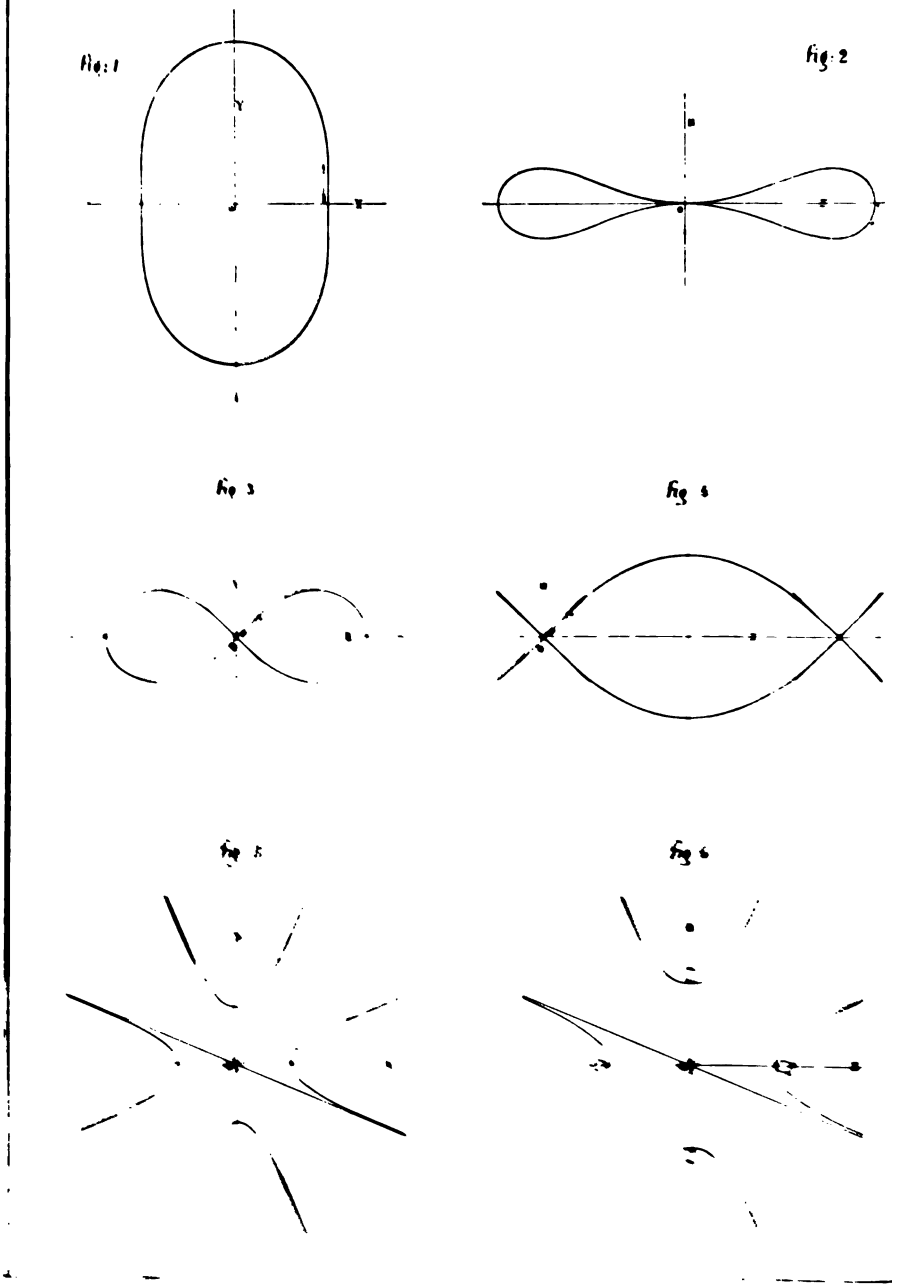


Fig. 1
Fig. 2
Fig. 3
Fig. 4
Fig. 5
Fig. 6

Fig. 7

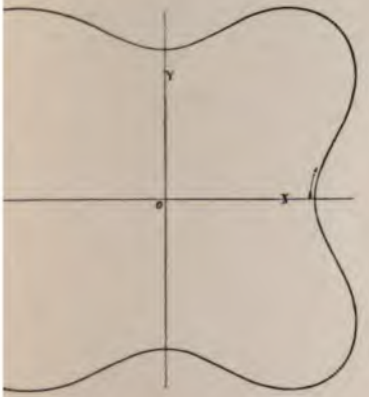


Fig. 8

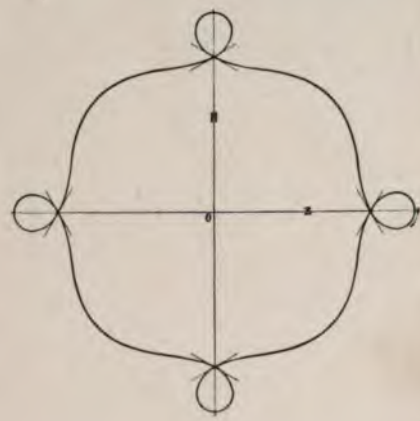


Fig. 9

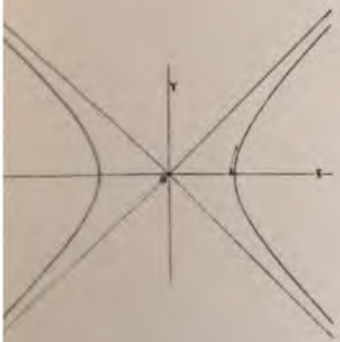


Fig. 10

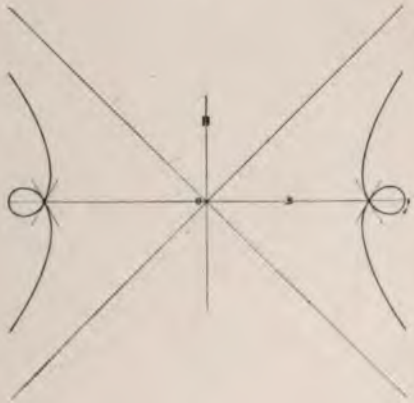


fig. 11.

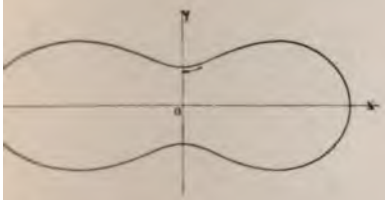


fig. 12.

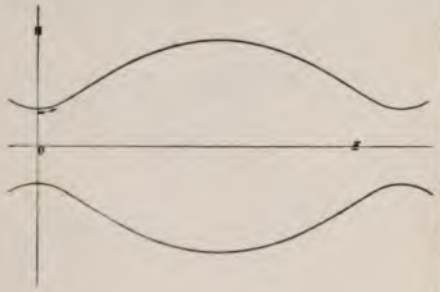


fig. 13

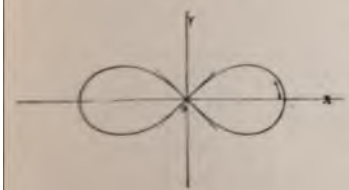


fig. 14

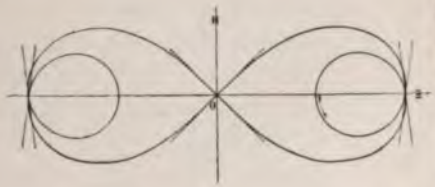


fig: 11.

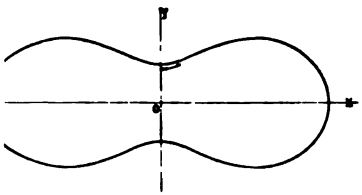


fig: 12.

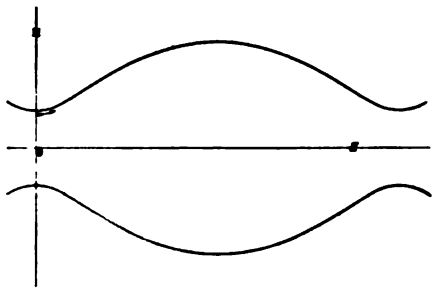


fig: 13

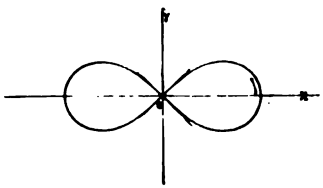
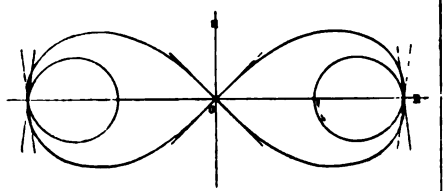


fig: 14



TRAVAIL du LABORATOIRE D'HYGIÈNE EXPÉRIMENTALE et de PARASITOLOGIE
DE L'UNIVERSITÉ DE LAUSANNE

CONTRIBUTION A L'HYGIÈNE DE L'HABITATION

RECHERCHES SUR LES PARASITES
DES SIÈGES DES CABINETS D'AISANCE

PAR

Félix-F. SANTSCHI

INTRODUCTION

Quelques hygiénistes affirment que les sièges des cabinets d'aisance constituent un agent de contamination et de dissémination des maladies infectieuses que l'on aurait tort de négliger. Plusieurs se sont même donné la tâche de créer des systèmes de sièges disposés de telle sorte qu'ils assurent la propreté tout en évitant les possibilités de contagions.

D'autre part, si l'on consulte la littérature dans le but de trouver des observations pouvant servir de base à ces affirmations, on sera fort tenté, devant leur insuffisance, même leur nullité, de conclure que cette possibilité d'infection est si minime qu'elle ne mérite pas l'attention qu'on lui prête. De là, grande divergence d'interprétations en présence desquelles il est permis de se demander quel est au fond le motif qui provoque les craintes des hygiénistes. Il semble surtout résider dans ce sentiment de répugnance instinctive que montre une notoire partie du public à s'asseoir sur un siège où d'autres personnes ont déjà pris place, instinct qui se trahit par les efforts faits et les pré-

cautions prises par beaucoup de visiteurs pour éviter un contact non seulement regardé comme sale, mais aussi comme dangereux.

Donc, puisque l'on ne peut scientifiquement envisager comme suffisante une étiologie basée uniquement sur le « gros bon sens populaire » et que d'ailleurs l'observation des cliniciens fait actuellement presque complètement défaut, il semble juste et raisonnable de rechercher une autre méthode d'investigation propre à éclairer ce sujet. Or, à notre connaissance, aucun travail bactériologique sur la flore des sièges des cabinets d'aisance pour en démontrer les espèces et sa virulence n'a encore été publié[1].

Il nous a semblé qu'il y avait là matières à recherches et si nous ne prétendons point par elles répondre définitivement au problème de la possibilité d'infection par les lieux d'aisance, nous espérons cependant contribuer à sa solution en l'envisageant sur une nouvelle face.

Nous sentons le besoin d'exprimer ici toute notre reconnaissance à notre cher et vénéré maître, M. le professeur Bruno Galli-Valerio, qui nous a donné la première idée de ce travail et nous l'a beaucoup facilité par ses nombreux conseils.

Considérations générales sur les différents modèles de sièges.

De toutes les parties de l'habitation, ce sont les cabinets d'aisance qui ont le plus bénéficié des enseignements de l'hygiène et qui, par conséquent, ont subi les plus nombreuses modifications. A mesure que de nouveaux modèles sont proposés, nous les voyons acceptés aussitôt dans les

[1] [illegible] analogues ont été [illegible] de notre thèse. [illegible] être entraînées [illegible] infection à go- [illegible]

nouvelles constructions, mais, comme les vieilles maisons de nos cités conservent, en général, avec une sorte de vénération, l'ancienne disposition de leurs cabinets d'aisance, il en résulte que nous nous trouvons en présence de formes de sièges si disparates et si nombreuses qu'une classification s'impose dès le début de ce travail, si nous voulons nous entendre dans la suite.

Réduits autrefois à la plus simple expression, les cabinets d'aisance consistaient en de simples vases que l'on allait vider à la faveur de la nuit dans le ruisseau le plus voisin ou même à la rue. C'était alors dans nos villes, comme c'est encore de nos jours dans maintes campagnes et chez tous les peuples arriérés.

Le premier progrès réalisé a consisté dans le petit meuble plus ou moins élégant qu'abritaient toutes les garde-robes du XVIIe siècle. On ne connaissait pas mieux et même le somptueux palais de Versailles ne possédait pas autre chose.

Ce n'est guère que depuis la Révolution que les progrès furent de plus en plus marqués, parce que la science libérée d'une foule d'entraves devint la conseillère de l'hygiène et que celle-ci fut appliquée par des autorités municipales plus éclairées et plus soucieuses de la santé publique que leurs devancières. Dans tous les pays, de nombreux sièges furent inventés, mais ce sont surtout les constructeurs anglais qui lancèrent sur le marché la plus grande variété de modèles, ceux-ci d'abord fort compliqués, mais ceux-là, les ayant peu à peu simplifiés et dégagés de beaucoup d'inutilités, nous ont enfin dotés de sièges ne laissant plus guère à désirer.

Les nombreuses formes de latrines, d'aspect si dissemblable, peuvent cependant être ramenées à deux types bien tranchés suivant que le visiteur doit s'asseoir ou s'accroupir.

Le premier type, celui qui demande la position assise, est généralement connu sous le nom de *siège à l'anglaise*.

Le second, qui invite le visiteur à prendre la position accroupie, s'appelle *système à la turque*.

Chacun de ces types comprend une foule de variétés que l'on peut classer comme suit :

A. *Pour les sièges à l'anglaise :*

1° Système à cuvette simple, sans valve ni siphon ;

2° Simple valve (Pan closets) ;

3° Système à bassin d'eau et siphon inférieur avec ou sans valve (wash-out-closets) ;

4° A simple action d'eau directe avec siphon sans aucune valve (hoppe-closet ou hatte-closet) ;

B. *Pour les sièges à la turque :*

1° A la turque ordinaire ;

2° A coquille ;

3° A califourchon ou à la française.

Nous décrivons rapidement ces différents modèles en indiquant leurs avantages et désavantages.

Commençons par les *systèmes anglais :*

1° Les latrines à *cuvette simple, sans valve ni siphon*, subsistent encore dans la plupart des vieilles bâtisses de trente ans. Outre que l'eau ne séjourne pas dans le bassin, sa forme conique est défectueuse : la paroi postérieure devrait être verticale afin de ne pas retenir les matières, l'eau tournant en spirale dans le bassin le lave incomplètement. Ces cuvettes sont le plus souvent entourées d'un encadrement de menuiserie fixe en arrière et latéralement aux pa- [illegible] boiserie maintient [illegible] contact du siège [illegible] de papier [illegible]. Le libre [illegible] appartements [illegible].

2° On a alors imaginé le système à *valve simple* (pan-closets) dont le but premier était d'intercepter l'accès des gaz d'égouts au moyen de soupape. Mais celle-ci, mobilisée par un mécanisme souvent très compliqué, s'encroûtait rapidement de matières fécales. Insuffisamment balayée par une chasse d'eau en spirale, le fonctionnement était entravé ; la valve demeurant alors béante ne présentait plus d'obstacle aux gaz, qui passaient librement. Parfois, le bassin en poterie émaillée est maintenu plein d'eau aux deux tiers au moyen d'une valve qui occupe son fond et qui se meut dans une petite caisse ou boîte de la soupape ; ce système entraîne la nécessité d'un tuyau de trop-plein qui tantôt se siphone laissant passer les gaz, tantôt se bouche provoquant des inondations. Ils sont peu à peu abandonnés.

3° *Bassin d'eau, avec valve et siphon* (wash-out-closet). Ce système, encore plus compliqué que les précédents par l'adjonction de siphon, a cependant l'avantage de mieux intercepter les courants odorants que les systèmes ci-dessus. On en connaît une foule de modèles presque tous fabriqués en Angleterre. Ces closets ont le plus souvent un tampon solide que l'on lève au moyen d'une tige droite ; le bassin contient plus d'eau, le courant lave mieux le siphon et le tuyau de chute, le conducteur est de dimension assez faible pour empêcher l'accumulation des matières sur les parois, ce qui produit ordinairement des décompositions qui attaquent le plomb et le perforent. Mais outre que ces complications mécaniques sont inutiles, elles se détériorent fréquemment et sont difficiles à réparer, ce qui augmente leur prix de revient du reste assez élevé. C'est pourquoi les constructeurs donnent maintenant leur préférence au système suivant :

4° *Water-closets à simple action d'eau directe avec siphon, sans aucune valve.* Tout en supprimant l'appareillage dispendieux des wash-out-closets, ces nouvelles cuvettes ont le grand avantage de rester propres, de toujours inter-

cepter les gaz tout en étant très simples et d'un prix abordable. Les cuvettes sont généralement pourvues d'une chasse fournie par un réservoir placé à deux mètres de hauteur; l'amorçage se faisant automatiquement ou à volonté est très suffisant pour le maintien d'une rigoureuse propreté, tout en ne débitant que 8 à 10 litres par chasse et par visiteur, ce qui constitue une économie qui n'est pas à dédaigner. L'interception des gaz se fait au moyen d'un simple siphon hydraulique. Dans les meilleurs appareils (Doulton) ce siphon et la cuvette sont faits d'une seule pièce en faïence émaillée. La plongée du siphon est d'au moins cinq centimètres, et il est maintenu ventilé par un tuyau d'évent étanche débouchant sur le toit à l'air libre et empêchant efficacement le siphonage.

Deux types de cuvettes sont maintenant en circulation. Le premier a la forme d'un cône dont la paroi postérieure se rapproche de la verticale et dont le sommet se raccorde avec le siphon; il a le désavantage de rejaillir quand les fèces y tombent. Le second type a la forme d'un bassin dont le fond, très légèrement concave, peut retenir une couche d'eau de 35 millimètres de profondeur; cette couche de liquide, suffisante pour empêcher aux matières d'adhérer aux parois, est cependant trop faible pour être projetée contre le visiteur.

La forme générale de ces sièges est ovalaire avec une bordure en couronne de bois ou d'ébonite de 5 à 10 centimètres de largeur. Comme ce siège est isolé au milieu du cabinet, le visiteur est obligé de se mettre à cheval, ce qui limite les contacts au minimum, c'est-à-dire seulement aux parois latérales. Une modification avantageuse a été d'abord introduite par le Dr Richard à l'hôpital du Val-de-Grâce, puis aujourd'hui adoptée dans une foule d'établissements. Sur la cuvette est placée une couronne en chêne épais, mobile et maintenue relevée par deux contre-poids en plomb. C'est le visiteur qui l'abaisse quand il veut s'en servir.

Dans l'intervalle, la cuvette sert d'urinoir. Ces sièges dits « à combinaison » permettent à la rigueur une position légèrement fléchie aux personnes qui ne veulent pas s'asseoir. Ce sont là les sièges qui répondent le plus favorablement aux exigences de l'hygiène, mais encore à condition qu'ils soient installés dans un local bien éclairé, bien aéré et visité par des personnes propres.

Earth-closets. Parmi les sièges demandant la position assise, nous mentionnerons encore un système de latrine utilisé dans les campagnes ou les localités manquant d'eau. Ce sont des appareils plus ou moins compliqués dont le but consiste à projeter automatiquement, après chaque visite, une certaine quantité de tourbe sèche, sable ou terre sur les fèces afin de les recouvrir. Partout où l'on est encore au système des fosses fixes ou à celui des tinettes mobiles, force est de se contenter de ces latrines, mais leur mécanisme est facilement détraqué et réclame encore quelques améliorations.

Les *systèmes à la turque,* généralement repoussés par la plupart des hygiénistes, ont cependant leurs admirateurs. Tels sont : le Dr *Zavitziano* qui, dans un journal de Constantinople, publia une série d'articles prônant les bienfaits des latrines de son pays. *Viry* estime que les sièges qui facilitent la position accroupie doivent être maintenus, à condition que la propreté soit assurée. *Mangenot* en fait bien ressortir les avantages tant au point de vue physiologique que pathologique ; il dit à ce propos : « La physiologie enseigne et la pratique journalière démontre en effet que la défécation est singulièrement facilitée par la position accroupie ; sans vouloir entrer dans l'étude des phénomènes qui concourent à l'accomplissement de cette importante fonction, nous devons dire que les avantages fournis par la position accroupie sont dus à la pression exercée sur le ventre par les cuisses fortement fléchies et l'appui solide et résistant qu'elles offrent aux contractions des muscles ab-

dominaux. Cela est si vrai qu'avec les sièges élevés actuellement en usage dans nos habitations, nous nous penchons instinctivement en avant pour chercher l'appui des cuisses lorsque nous sentons la nécessité d'un effort puissant pour obtenir un résultat satisfaisant. La flexion des cuisses sur le bassin présente encore un avantage non moins appréciable; c'est, en comprimant les orifices des canaux inguinaux et crureaux, de faire obstacle à la sortie des viscères poussés par la contraction du diaphragme et des parois abdominales. »

Outre cela, les latrines à la turque ont l'avantage d'éviter tout contact avec le bord du siège et de rendre ainsi impossibles des contagions peut-être problématiques, mais sûrement redoutées par une bonne partie du public. Il est vraisemblable cependant que c'est moins cette dernière considération qu'un mobile d'économie qui fait adopter ces sortes de latrines dans presque tous les ateliers, casernes, écoles, rues et gares, partout en un mot où un public, souvent peu respectueux de la propreté et des égards dus à ses semblables, souille sans vergogne les lieux qui lui sont confiés. C'est du reste ce qui arrive le plus souvent lorsqu'une responsabilité est très partagée.

Le système ordinaire des [illegible] consiste en un [illegible] le plus souvent circulaire, percé dans le plan[illegible] entre deux semelles un peu surélevées et indi[illegible] les pieds. La cavité s'ouvre le [illegible] sans l'inter[illegible] cuvette, souvent [illegible] n'empêche pas [illegible] postérieur, ni à [illegible] de la [illegible] parer à [illegible] ants: [illegible] quant

avec elle par une canalisation, le tout recouvert d'une grille; mais le visiteur, en descendant du siège, salit ses chaussures; la grille est rapidement chargée de sels et de ferments dont il est difficile de la débarrasser. Enfin, quand le siège et ses environs sont souillés, beaucoup de personnes n'osent plus ou ne se donnent plus la peine d'aller s'y installer et restent auprès de la porte.

On le voit, si ces privés ne sont pas constamment lavés à grande eau, ils deviennent incontestablement un lieu nauséabond et dangereux par leur malpropreté et les odeurs qu'ils répandent. Il est donc désirable qu'ils soient peu à peu remplacés par un des systèmes suivants.

2° Les latrines dites *à coquille* réalisent un certain progrès au point de vue de la propreté, grâce à la possibilité d'y adjoindre une installation permettant une chasse d'eau après chaque visite. A cet effet, la lunette et les semelles du cabinet, d'ailleurs semblables à celles des simples latrines à la turque, sont placées dans un encavement semi-circulaire pratiqué dans la maçonnerie du mur et recouvert de grès vernissé. L'inclinaison de ces parois vers l'orifice amène à ce dernier, à chaque chasse, toutes les ordures qui auraient été égarées sur son pourtour. Mais une défectuosité, déjà signalée à propos du système précédent, persiste encore dans celui-ci; il s'agit de la projection des urines en avant sur le sol des cabinets; aucune bonne disposition n'est propre à prévenir cet accident qui concourt, dans les latrines très fréquentées, à la production d'émanations méphitiques repoussantes. A part cela, le système à coquille peut être maintenu assez propre et rester relativement inodore si l'on a soin d'y ajouter un siphon hydraulique.

Mais ne serait-il pas possible d'avoir un système de cabinet d'aisance unissant au confort et à la propreté des water-closets anglais les plus perfectionnés la possibilité de prendre la position accroupie?

Le Dr Mangenot, inspecteur des écoles de la ville de Paris, croit répondre favorablement à cette question en créant des appareils qu'il a baptisé :

3° *A califourchon* ou *à la française*, et consistant en une cuvette ovale munie d'un syphon hydraulique et d'une chasse d'eau comme pour les meilleurs water-closets anglais, mais avec cette différence que la cuvette, très basse sur le sol, a les bords antérieurs et postérieurs relevés comme ceux d'une selle, tandis que les faces latérales ne dépassent pas de dix à douze centimètres de hauteur la surface du plancher. Le visiteur enfourche la cuvette et se tient accroupi sans crainte qu'aucun contact désagréable se produise, ni qu'aucune souillure ne soit déposée hors du bassin. Ces systèmes, essayés dans plusieurs écoles de Paris, ont donné, paraît-il, d'excellents résultats. D'autre part, le capitaine Comandré avait, déjà en 1891, fait établir des sièges à califourchon à l'hôpital militaire d'instruction Desgenettes, à Lyon, où ils fonctionnent actuellement.

A l'école Monge, à Paris, des latrines analogues ont été aussi introduites et y donnent des résultats satisfaisants.

Opinion des auteurs et faits cliniques.

Les affirmations des hygiénistes, assurant la fréquence ou tout au moins la possibilité d'infection par l'intermédiaire des cabinets d'aisance, ne manquent certes pas ; mais tandis que pour les uns la chose est certaine, pour les autres, elle est encore plus ou moins problématique ; ils se contentent de proposer des modifications dans la construction des sièges de water-closets rendant tout contact impossible ou les limitant au minimum.

Parmi ces derniers, nous pouvons citer *Bergeron* et *Heilly* qui s'expriment ainsi : « Dans les écoles de jeunes filles, l'habitude de s'asseoir sur le siège en bois ordinaire pourrait les exposer au danger de contracter des écoulements

très tenaces. Pour les mettre à l'abri de ces inconvénients, il suffit d'interrompre le siège en bois dans sa partie antérieure ou (ce qui nous paraît plus rationnel) de munir les cuvettes, en avant, d'un prolongement en forme de bec qui sauvegarderait les organes sexuels de tout contact. Bien qu'elle soit moins essentielle, cette disposition s'applique aussi aux écoles de garçons. »

H. Mamy, dans son rapport sur le concours public pour la création d'un appareil de cabinet d'aisance, ouvert par l'association des industriels de France contre les accidents du travail, cite comme premières conditions du concours :

1° Il devra être disposé de manière à ce que le visiteur ne puisse monter dessus.

2° Le visiteur étant assis ou ayant la position d'une personne assise, l'appareil devra recevoir la totalité des urines et des matières solides, sans que les projections puissent souiller les cabinets ni le visiteur.

3° Cet appareil devra être établi de manière à éviter toute contamination par contact.

De son côté, M. *Mangenot* dit dans son rapport de la commission, lu à la Société de médecine et d'hygiène professionnelle, que « la suppression du siège rend impossible le dépôt de liquides virulents et par conséquent la transmission d'affections contagieuses, telles que la vulvite des petites filles en particulier ».

Dans la discussion qui suivit cette communication, le Dr *Pinard* demanda au rapporteur s'il avait trouvé « un siège de cabinet d'aisance qui assure absolument les conditions indispensables pour l'hygiène, savoir : l'absence de tout contact des diverses parties du corps, fesses, cuisses et autres, avec un appareil quelconque qui aurait pu être souillé par d'autres personnes » ; et il ajoute : « C'est là un idéal à réaliser, si l'on veut éviter des contaminations très communes et souvent dangereuses. »

A l'une des séances suivantes de la même Société, Man-

genot dit, en présentant plusieurs modèles de ses sièges : « Le siège anglais est dangereux parce que, par son bord antérieur, large de 0^m10 à 0^m15, il peut, s'il n'est soigneusement frotté après chaque visite, recevoir en dépôt un virus qui, recueilli par une muqueuse souvent excoriée et toujours fragile, causera une maladie grave dont les conséquences physiques, morales et même sociales seront d'autant plus fâcheuses pour l'imprudent visiteur, qu'on sera porté à les attribuer à une faute qu'il n'aura pas commise. »

Napias, Zavitziano, cités par Mangenot, ont aussi émis leur opinion dans ce sens.

Maintenant, allons aux faits ; voyons ce que la littérature nous offre pour appuyer ces dires. Et d'abord, pour nous orienter, quelle peut être l'affection la plus naturellement sujette à être transmise par les sièges des cabinets d'aisance? La plupart des auteurs déjà cités parlent de la vulvo-vaginite des petites filles. Nous croyons pouvoir placer cette maladie au premier rang, d'abord parce que les parties génitales de l'enfant, plus délicates, plus irritables que celles de l'adulte, présentent aux germes infectieux un terrain propice ; ensuite parce que la fillette, ignorant les dangers de l'infection, s'y expose d'autant plus facilement que d'ailleurs les sièges, construits pour de grandes personnes, se trouvent trop hauts pour elle, ce qui la force à frotter ses organes génitaux ou les parties voisines sur le bord antérieur du siège lorsqu'elle en descend.

C'est donc particulièrement sur cette affection que nous devons diriger nos recherches. Eh bien! Parmi les nombreux auteurs qui se sont occupés de l'étiologie de la vulvo-vaginite des petites filles, *Fischer* est le seul qui signale un cas de cette origine. Il s'agit d'une enfant qui, *probablement*, aurait été contaminée dans les latrines publiques ; mais l'expression même de l'auteur est loin d'enlever tous les doutes sur la réalité du fait.

Aubert, Richard Pott, Laborde, enfin la plupart des observateurs incriminent les draps de lit comme facteur le plus fréquent de la contamination ; aucun d'eux ne fait mention des latrines, tout au plus Aubert, *Weill* et *Barjon* soupçonnent-ils quelquefois les vases de nuit. Cependant, bien souvent l'origine de la maladie échappe malgré les soins des recherches. Ainsi Laborde, dans sa thèse que nous avons examinée, ne trouve, sur quarante cas, que dix-huit signalant l'enfant partageant le lit des parents et vraisemblablement infecté par cette voie ; dans trois cas, les causes sont désignées : onanisme et infection congénitale ; mais, dans les dix-neuf restants, aucune raison n'a pu être invoquée malgré l'application de l'auteur, laissant ainsi une large marge à la possibilité de la contamination par les lieux d'aisance.

Que penser encore de ces épidémies d'hôpital, assez fréquentes du reste, mais trop souvent tenues secrètes parce qu'elles semblent indiquer une négligence du personnel hospitalier. *Oscar Wyss* en décrit une série qui dura 7 ans ; 49 petites malades furent atteintes, malgré une asepsie rigoureuse des linges, langes, compresses, le médecin et la garde-malades se désinfectant après chaque pansement. Et ce ne fut qu'après une revue générale de tout l'hôpital où chaque chose fut replâtrée, revernie, etc., que l'épidémie disparut complètement. Ici encore on ne peut s'empêcher d'avoir quelques soupçons à l'égard des latrines, et il est regrettable que l'agent indirect de la contagion n'ait pas été recherché, car si ces perquisitions avaient amené un résultat affirmatif, une explication très claire en serait ressortie, et cela non seulement pour ce cas, mais pour beaucoup d'autres épidémies de ce genre sévissant soit dans les écoles, soit dans les hôpitaux.

En dehors de la vulvo-vaginite, nous ne pouvons guère citer que le cas de *Hunter*, très douteux du reste, où il est question d'une urétrite dont le véhicule de la contagion

aurait été un morceau de plâtre détaché des cabinets d'aisance. A part cela, rien parmi les autres maladies susceptibles d'une pareille étiologie n'est parvenu à notre connaissance d'une façon suffisamment certaine pour nous permettre une conviction définitive à cet égard.

Mais le manque de résultat positif de ces investigations cliniques ne doive pas nous amener à conclure unilatéralement à l'impossibilité d'une infection, ni même à son extrême rareté; car, sans pouvoir affirmer comme M. Pinard que ces cas sont très fréquents, nous croyons devoir laisser subsister le doute sur cette question en attendant de pouvoir nous prononcer de science certaine.

D'ailleurs, nous pensons être à même d'expliquer la pénurie des renseignements recueillis en grande partie par la difficulté où se trouve le médecin de prouver d'une façon suffisante une semblable étiologie chez son client et cela d'autant plus que, prévenu par l'adage *Syphiliticus mendax*, le médecin n'attache pas beaucoup d'importance au dire de certains malades lorsqu'il prend leur anamnèse.

Il serait cependant désirable que le praticien dirige son attention sur le facteur incriminé, toutes les fois qu'il peut entrer en ligne de compte avec quelque vraisemblance. Dans certains cas, d'ailleurs, cette recherche serait grandement facilitée, par exemple dans les cas d'épidémie scolaire ou d'hôpital où presque seules les latrines peuvent être accusées comme agent de contage lorsqu'elles sont l'unique objet qui mette en rapport les malades entre eux et qu'aucun autre intermédiaire ne peut être invoqué. Il serait intéressant alors de retrouver le microbe fautif sur le siège soupçonné, comme preuve relative de la contamination d'abord, car les germes infectieux peuvent avoir été déposés par un des malades sans avoir été recueillis par les autres, mais comme preuve certaine ensuite, si, après avoir éloigné les enfants contaminés, d'autres enfants, fréquen-

tant les mêmes lieux d'aisance, présentent à leur tour les mêmes affections.

Mais ces recherches n'existent pas encore, et il serait prématuré d'affirmer aujourd'hui la contagion par les cabinets d'aisance ; seule une série d'observations bien établies et irréfutables parviendront à lever tous les doutes à cet égard.

Nous ne pensons donc pas les faire disparaître par les recherches que nous avons entreprises ; mais la connaissance de la flore microbienne qui se rencontre ordinairement sur les sièges nous paraît devoir contribuer à éclaircir quelque peu cette question, d'autant plus qu'aucun travail n'a encore été présenté sur ce sujet.

Ce n'est pas, à proprement parler, une flore complète d'un siège de water-closet, ou pour mieux dire l'énumération de toutes les espèces microbiennes qui y végètent, que nous avons voulu démontrer ici.

Rechercher les espèces, saprogènes pour la plupart, aurait été fastidieux et inutile ; mais notre but était simplement de mettre en évidence les formes relativement les plus fréquentes et les plus nombreuses, ainsi que d'en déterminer la virulence. Nous avons voulu ainsi nous rendre compte quelles pourraient être les espèces ramassées par une muqueuse humide, lors d'un léger contact comme il doit s'en produire fort souvent sur le bord antérieur de la cuvette d'un siège défectueux, soit recueillies par les habits et de là, disséminées sur toute la surface du corps où elles constituent peut-être une constante menace d'infection.

Technique.

Dans le but de recueillir le matériel à examiner dans des conditions à peu près semblables à celles qui arrivent normalement lorsque un organe légèrement humide entre en contact avec les surfaces que nous nous proposons d'étu-

dier, nous avons préparé de petits tampons de coton hydrophile du volume d'un pois; ces tampons imprégnés d'eau étaient stérilisés et conservés tels dans des boîtes de Pétri en attendant leur usage.

Saisi avec des pincettes flambées, un de ces tampons était alors promené deux fois, en frottant très légèrement, sur le bord antérieur du siège. Une première fois le long de la bordure interne de la planchette ou de la cuvette, c'est-à-dire en regard de son orifice, sur une longueur de 15 à 20 centimètres; une deuxième fois depuis le milieu du trajet précédent jusqu'à l'extrémité antérieure de la cuvette en suivant la ligne médiane du siège, les deux lignes dessinées par le parcours du tampon représentant assez bien la lettre T.

Nous avons strictement limité nos récoltes à la partie antérieure du siège pour deux raisons : premièrement nous estimons que cette région est plus souvent frôlée que n'importe quelle autre par le visiteur, ensuite les parties postérieures et latérales se sont présentées souvent si souillées de fèces que nous avons trouvé inutile de faire leur analyse bactériologique, celles-ci ayant déjà été l'objet de nombreux travaux. Du reste, un prélèvement plus considérable aurait été superflu, nos premiers milieux de cultures étant encombrés de colonies : c'était déjà beaucoup de les isoler, puisque leur nombre recueilli sur un seul tampon par le procédé décrit ci-dessus nous a donné le chiffre de 5 580 000, nombre qui peut être considéré comme la moyenne.

Pour chaque siège à examiner, nous avons prélevé de cette manière quatre tampons dont un était examiné directement au retour au laboratoire, deux autres servaient à faire des ensemencements et le dernier était réservé pour une inoculation.

Examen direct. Cet examen préalable fait à l'état frais ou avec coloration avait pour but de nous déceler la proportion relative des différentes formes bactériennes, mais

sans nous permettre de poser un diagnostic exact de leur spécificité, sauf cependant pour le bacille de la tuberculose, que nous avons recherché dans la plupart des cas par la méthode de Ziehl. Notre attention a également été portée sur les œufs d'helminthes et les ectoparasites que le hasard aurait pu amener sur notre préparation.

Cultures. Des deux tampons réservés aux cultures, l'un était introduit dans un tube contenant du bouillon peptone au centième et placé pendant 24 heures à l'étuve à 37°, après quoi il servait à ensemencer des plaques de Pétri afin d'en isoler les colonies et de les étudier séparément par une série de nouveaux ensemencements sur les milieux appropriés (gélatine, gélose, lait, urine, pomme de terre).

L'autre tampon, destiné surtout à mettre en évidence le gonocoque, était ensemencé dans un liquide composé de parties égales de bouillon peptonisé et de liquide ascitique. Maintenu à 37° pendant 24 à 48 heures, il servait à faire des ensemencements sur agar de Kiefer, sérum gélose de Wertheim et Pfeiffer. Nous avons complété nos cultures par quelques inoculations, afin de déterminer plus sûrement l'espèce recherchée.

Inoculations. Le but essentiel de ces inoculations était surtout de mettre en évidence la virulence des microbes, tels qu'ils végètent à la surface des sièges ; nous les avons donc faites directement avec le matériel recueilli sans les cultiver préalablement. A cet effet, le tampon réservé à l'inoculation subissait d'abord une courte trituration avec 4 centimètres cubes d'eau distillée ou de bouillon peptone. La trituration était faite dans une capsule de nickel aseptisée sur la flamme et avec une baguette de verre. Un centimètre cube de ce liquide tenant en suspension quelques germes retirés du tampon était inoculé sous la peau de la face interne de la cuisse du cobaye, un demi-centimètre cube s'il s'agissait de souris.

Lorsque le résultat de l'inoculation était positif, nous

avons toujours tenté la recherche bactériologique de l'agent *infectieux* par le moyen des cultures et des colorations.

Observations.

Les différentes formes microbiennes décelées par ces procédés ne sont pas très nombreuses en tant qu'espèces ; ce sont presque toujours les mêmes qui se développaient dans les cultures ou qui se montraient à frais dans le champ du microscope. Ainsi nous avons pu, par le seul moyen des cultures, reconnaître 37 espèces différentes sur un total de 75 observations, et cela sans tenir compte des nombreuses espèces que nous n'avons pu déterminer en raison de la difficulté de leur isolement.

En revanche, si les espèces étaient peu nombreuses, elles étaient représentées par un grand nombre d'individus rendant parfois difficile leur isolement grâce à l'extrême confluence des colonies sur les plaques de Petri.

Nous avons groupé dans les tableaux qui vont suivre les résultats de nos recherches en six séries d'observations correspondant chacune à 3, 4 ou 5 cabinets. Ces cabinets ont été ainsi réunis parce qu'ils présentaient des conditions à peu près identiques d'éclairage, de situation, d'entretien et de fréquentation, les uns l'étant uniquement par des femmes ou des fillettes, les autres par des personnes de l'autre sexe.

Chaque observation correspond à l'examen complet d'un siège ; elle en comprend donc l'examen direct, la nomenclature des espèces mises en lumière par les différents procédés de culture et enfin le résultat de l'inoculation à une souris ou à un cobaye.

Série A

[illegible] cantonal, divi[illegible] pour

la position assise, cuvette ovale avec bordure en couronne horizontale en caoutchouc vulcanisé, tous pourvus d'une chasse d'eau suffisante et d'un syphon hydraulique. Ces privés sont placés dans un vestibule au NO., éclairés par deux grandes fenêtres, mais la lumière ne descend sur les sièges que par l'espace libre situé entre le galandage qui sépare les cabinets d'une part et le plafond de l'autre. Seul, le cabinet n° IV est éclairé directement.

Observation I.

Cabinet réservé aux femmes atteintes de blennorrhée, le siège est sali par des fécès sur son bord postérieur.

a) *Examen direct.*

A côté de quelques cellules épithéliales et de détritus de toutes sortes, de nombreux bacilles, dont la plupart ressemblent au b. coli, on trouve en outre des sarcines et des pseudo-gonocoques prenant le Gram.

b) *Examen des cultures.*

Streptococcus pyogenes, Rosenbach.
Sarcina pulmonum, Virchow.
Micrococcus pyogenes γ albus, Rosenb.
» gonorrhoeae, Neisser (?) [1].
» subflavus, Bumm.
Bacterium coli commune, Escherich.
» pyocyaneus, Flügge.
Bacillus albuminis, Bienstock.
» ureae, Miquel.

c) *Inoculation.*

Un cobaye inoculé sous la peau présente une légère tuméfaction sans phlegmon, dont il guérit le 15e jour.

Observation II.

Quelquefois visités par des malades blennorrhagiques, ces cabinets ne leur sont pas spécialement destinés. Au moment du prélèvement, le siège était sale.

[1] Cultivé sur agar Kiefer, ce microbe ne s'est pas reproduit sur gélatine ; décoloré par le Gram, présentait en somme les caractères du gonocoque. Était-il peut-être un pseudo-gonocoque ?

a) *Examen direct.*

Très nombreux cocci à division irrégulière, amas de microcoques.

b) *Examen des cultures.*

Streptococcus pyogenes, Rosenb.
Micrococcus pyogenes α aureus, Rosenb.
» » γ albus, »
» gonorrhoeae, Neisser (?) [1].
» magnus, A.-G. Rosenthal.
Bactérium coli commune, Esch.
Bacillus albuminis, Bienstock.
» subtiliformis, »
» ureae, Miquel.

c) *Inoculation.*

Un cobaye inoculé présente le 6e jour un abcès gros comme une petite noix, prêt à s'ouvrir spontanément. Nous retirons à la ponction un pus jaunâtre, fétide, contenant de grandes chaînettes de streptocoques, des microcoques, des sarcines et quelques bacilles. Une plaque de gélatine ensemencée est complètement envahie par le bactérium coli commune. L'animal guérit.

Observation III.

Le siège est dans les mêmes conditions que le précédent.

a) *Examen direct.*

Beaucoup de cocci à division rappelant le gonocoque, peu de bactéries ressemblant au coli.

b) *Cultures.*

Streptococcus pyogenes, Rosenb.
Sarcina alba, Zimmermann.
Micrococcus pyogenes γ albus, Rosenb.
» citreus conglomeratus, Bumm.
» colonies foliacées, de Lagrain.
Bacterium coli commune, Esch.
Bacillus ureae, Miquel.

[1] Les caractères [illegible] gonocoque, nous

c) *Inoculation.*

Un cobaye présente un abcès de la grosseur d'une noisette, donnant une culture pure de b. coli commune. L'animal guérit.

Observation IV.

Cabinet d'aisance réservé aux enfants, siège de 30 cm. de hauteur, avec abattant mobile en bois.

a) *Examen direct.*

Les microcoques à division sont très rares, des cocci isolés et des streptobacilles, quelques bacilles en sporulation.

b) *Culture.*

Streptococcus pyogenes, Rosenb.
Sarcina carnea, Gruber.
Micrococcus pyogenes *a* aureus, Rosenb.
» subflavus, Bumm.
» blanc grisâtre, de Steinschneider.
» magnus, A.-G. Rosenthal.
Bacillus albuminis, de Bienstock.

c) *Inoculation.*

Une souris inoculée avec 0,5 centimètre cube de matériel délayé dans 4 centimètres cubes de bouillon présente une légère induration qui guérit au bout d'une semaine.

Série B.

(Observations V, VI, VII.)

Cabinet de l'Hôpital cantonal, numéros réservés aux hommes atteints de maladies vénériennes.

Système anglais identique à ceux de la série A.

Observation V.

Le bord du siège est sali de matières fécales à sa partie postérieure, éclairage comme dans obs. I.

a) *Examen direct.*

Un tampon examiné à frais et coloré démontre la présence de nom-

breux microcoques en amas et isolés ; beaucoup moins de bacilles; ci ressemblent au coli.

b) *Cultures.*

Streptococcus pyogenes, Rosenb.
Sarcina aurantiaca, Hoch. Lidner.
Micrococcus à colonies foliacées, de Legrain.
» blanc grisâtre, de Legrain.
Bacillus subtiliformis, de Bienstock.

c) *Inoculation.*

Un cobaye inoculé présente un léger engorgement ganglionnai guérit au bout de 5 jours.

Observation VI.

Le siège est aussi souillé que le précédent.

a) *Examen direct.*

Quelques rares bacilles, surtout le coli, mais beaucoup de staph ques, microcoques et pseudo-gonocoques.

b) *Cultures.*

Streptococcus pyogenes, Rosenb.
Sarcina pulmonum, Virchow.
Micrococcus cereus albus, Passet.
» blanc grisâtre, Legrain.
» ureae, Van Tieghem.
» candicans Flügge.
Bacterium coli commune, Esch.
Bacillus subtiliformis, Bienst.

c) *Inoculation.*

Un cobaye inoculé présente un fort engorgement ganglionn peau est distendue, il semble qu'un abcès va se former, mais to résorbé au bout de 17 jours (sans intervention).

Observation VII.

Même remarque qu'aux deux numéros précédents.

a) *Examen direct.*

Les cocci prédominent, staphylocoques, coques isolées et amas de pseudo-gonococcus, quelques sarcines, quelques bacilles forme coli et un de Bienstock ; des spores.

b) *Cultures.*

Sarcina alba, Zimmerm.
» lutea, Flügge.
Micrococcus pyrogenes β citreus Passet.
» » γ albus Rosenb.
» gonorrhoeae, Neisser (?)[1].
» blanc grisâtre, Steinschn.
» candicans, Flügge.
Bacillus subtilis, Cohn.
» subtiliformis, Bienst.
» ureae, Miquel.

c) *Inoculation.*

Une souris inoculée ne présente aucune lésion.

Série C.

(Observations VIII, IX, X, XI.)

Cabinet d'aisance de l'Hôpital cantonal, service de chirurgie, hommes. Sièges anglais comme ceux de la série A, éclairage semblable

Observation VIII.

Le bord postérieur est sali par des matières fécales, on ne remarque rien sur le bord antérieur où a été fait le prélèvement.

a) *Examen direct.*

Prédominance des bacilles sur les cocci ; ce sont surtout de gros bacilles, les cocci sont isolés, les formes divisées sont très rares.

---

[1] Les cultures sur Kiefer donnent les colonies caractéristiques du gonocoque, il ne prend pas le Gram et montre ses divisions particulières. La gélatine ne se ramollit que très lentement.

b) *Cultures.*

Bacterium lactis aërogenes, Escherich.
» coli commune, »
Bacillus mesintericus Fuscus, Flügge.
» albuminis, Bienst.

c) *Inoculation.*

Une inoculation sous-cutanée à un cobaye est demeurée sans résultat.

Observation IX.

La face interne de la bordure de caoutchouc est encroûtée d'une légère couche de matières fécales desséchées.

a) *Examen direct.*

Encore beaucoup de bacilles, les microcoques sont très peu nombreux, une forme à division.

b) *Culture.*

Sarcina alba, Zimm.
Micrococcus à colonies foliacées, Legrain.
Bacterium coli commune, Esch.
Bacillus megaterium, De Bery.

c) *Inoculation.*

L'inoculation d'un cobaye est restée négative.

Observation X.

Les sièges sont surtout sales sur le bord postérieur.

a) *Examen direct.*

Toujours beaucoup plus de bacilles que de cocci, quelques pseudogonocoques et des streptobacilles.

b) *Cultures.*

Streptococcus pyogenes, Rosenb.
Sarcina alba, Zimm.
Micrococcus pyogenes *a* aureus, Rosenb.
Bacterium coli commune, Esch.
Bacillus albuminis, Bienst.
Bacillus coprogenes parvus, Bienst.

c) *Inoculation.*

Le cobaye inoculé a souffert pendant deux semaines d'une forte adénite qui le faisait boiter ; il s'est complètement guéri.

Observation XI.

Cabinets réservés aux enfants, bordure de bois. Meilleur éclairage que dans les trois observations précédentes.

a) *Examen direct.*

De nombreux bacilles sont encore mobiles et ressemblent au coli ; d'autres bacilles demeurent immobiles, des staphylocoques et des coques à divisions.

b) *Cultures.*

Micrococcus pyogenes α aureus, Rosenb.
» candicans, Flügge.
Bacterium lactis aërogenes, Esch.
» coli commune, »
Bacillus subtilis, Cohn.
» mesintericus vulgatus, Flügge.
» subtiliformis, Bienst.
» albuminis, »
» coprogenes parvus, Bienst.
» ureae, Miquel.

c) *Inoculation.*

Un cobaye présente à l'inoculation un petit abcès superficiel à bactérium coli commune.

Série D.

(Observations XII, XIII, XIV, XV.)

Cabinet d'aisance de l'Hôpital cantonal, service de chirurgie, femmes. Sièges système anglais et éclairage comme ceux de la série A. Le n° XV seul est suffisamment éclairé et n'est pas humide.

Observation XII.

Le siège était malpropre, surtout la face interne du bord de la cuvette.

a) *Examen direct.*

Les cocci et les bacilles sont à peu près en proportion égal
marque quelque pseudo-gonocoques et des bacilles du groupe

b) *Cultures.*

Streptococcus pyogenes, Rosenb.
Sarcina pulmonum, Virchow.
Micrococcus pyogenes *a* aureus, Rosenb.
Bacterium coli commune, Esch.
Bacillus subtilis, Cohn.
» megaterium, De Bary.
» albuminis, Bienst.
» copregenes parvus, Bienst.
» ureae, Miquel.

c) *Inoculation.*

Une inoculation sous-cutanée chez un cobaye est restée sans pathologique appréciable.

Observation XIII.

Cabinet bien plus propre que les précédents, quoique l'éclai médiocre.

a) *Examen direct.*

Beaucoup de bacilles, quelques cocci à division.

b) *Cultures.*

Bacterium lactis aërogenes, Esch.
» proteus Zopfii, Kurth.
» » Zenkeri, Hauser.
Bacillus subtilis, Cohn.
» coprogenes parvus, Bienst.
» ureae, Miquel.

c) *Inoculation.*

Un cobaye inoculé est resté sain.

Observation XIV.

Cabinet assez bien entretenu, mais éclairage médiocre.

a) *Examen direct.*

On trouve beaucoup plus de bactéries que de cocci, quelques formes à division, sarcines.

b) *Cultures.*

Sarcina pulmonum, Virchow.
Micrococcus pyogenes *a* aureus, Rosenb.
Bacterium coli commune, Esch.
» proteus vulgaris, Hauser.
Bacillus subtilis, Cohn.
» albuminis, Bienst.
» coprogenes parvus, Bienst.

c) *Inoculation.*

L'inoculation sous la peau d'un cobaye a déterminé une tuméfaction locale qui a guéri au bout de 5 à 6 jours.

Observation XV.

Cabinet réservé aux enfants, le siège est haut de 30 centimètres, surmonté d'un abattant mobile en bois, propre et bien éclairé.

a) *Examen direct.*

Même proportion de bacilles et de microcoques, de nombreux bacilles très courts ressemblant au bac. ureae de Miquel, quelques cocci à division. Sarcines.

b) *Cultures.*

Sarcina alba, Zimm.
Bacillus subtilis, Cohn.
» coprogenes parvus, Bienst.

Cette dernière espèce a complètement envahi les plaques de Petri.

c) *Inoculation.*

Un cobaye présente une adénite inguinale qui guérit au bout d'un mois.

Série E.

(Observations XVI, XVII, XVIII, XIX.)

Cabinet d'aisance de l'Hôpital cantonal, service de médecine interne, division des femmes.

Sièges système anglais du même modèle que dans la série A. Eclairage médiocre, le nº XIX excepté.

Observation XVI.

Le siège paraît propre.

a) *Examen direct.*

De nombreux bacilles en sporulation et en chaînettes ; des amas de microcoques, mais aucun coccus à division, quelques sarcines.

b) *Cultures.*

Micrococcus pyogenes γ albus, Rosenb.
» à colonies foliacées, Legrain.
» ureae, Van Tieghem.
» candicans, Flügge.
Bacillus albuminis, Bienst.
» coprogenes parvus, Bienst.

c) *Inoculation.*

Un cobaye inoculé sous la peau de la cuisse meurt le 19e jour. A l'autopsie, on trouve les ganglions mésentériques tuméfiés, quelques-uns sont caséeux, mais la recherche du bacille de Koch reste infructueuse. La région inoculée est hyperhémiée et sanguinolente et contient quelques chaînettes et quelques amas de microcoques, mais un ensemencement du sérum de cette région et du sang du cœur reste négatif.

Observation XVII.

L'aspect du siège est plutôt propre, quoique l'éclairage soit très médiocre.

a) *Examen direct.*

Quelques strepto et staphylocoques, de nombreux bacilles en voie de sporulation, pas de coccus à division, quelques paquets de sarcines.

b) *Cultures.*

Streptococcus pyogenes, Rosenb.
Sarcina lutea, Flügge.
Bacterium lactis aërogenes, Esch.
» coli commune, »
» proteus Zenkeri, Hauser.

c) *Inoculation.*

L'inoculation à un cobaye ne provoque rien de notoire.

Observation XVIII.

Cabinet tenu proprement, mais mauvais éclairage.

Examen direct.

Quelques sarcines, quelques bacilles en sporulation, une chaînette de microcoques.

b) *Cultures.*

Streptococcus pyogenes, Rosenb.
Micrococcus pyogenes γ albus, Rosenb.
» ureae, Van Tieghem.
Bacterium lactis aërogenes, Esch.
» coli commune, »

c) *Inoculation.*

L'inoculation sous-cutanée chez un cobaye est restée négative.

Observation XIX.

Cabinet réservé aux enfants, siège à abattant en bois, très bon éclairage et paraît propre.

a) *Examen direct.*

De nombreux bacilles aux formes variées, quelques microcoques à division.

b) *Cultures.*

Sarcina pulmonum, Virchow.
» alba, Zimm.
» nivea, Henrici.
Micrococcus pyogenes γ albus, Rosenb.
» subflavus, Bumm.
» à colonies foliacées, Legrain.

c) *Inoculations.*

Nous avons fait deux inoculations.

1° Un cobaye est inoculé sous la peau de la cuisse avec un centimètre cube de culture pure de micrococcus subflavus Bumm isolés des plaques de Petri gélatine. L'animal succombe au bout de vingt-quatre heures ;

à l'autopsie, nous remarquons seulement un fort œdème séro-sanguinolent au point inoculé, mais pas de pus. Un ensemencement fait avec le sérum de la partie œdematiée donne une nouvelle colonie de *micrococcus subflavus* dont la couleur a seulement un peu pâli par son passage sur le cobaye.

2° Un autre cobaye inoculé, comme nous l'avons fait pour tous les autres cabinets examinés, avec le résidu d'un tampon légèrement malaxé dans de l'eau stérilisée, meurt après 17 jours ; dès l'inoculation, l'animal avait présenté une forte induration de l'aine, s'étendant dans la cavité pelvienne et dans l'abdomen. A l'autopsie, on trouva une forte infiltration séro-purulente de tous les organes du bassin, des muscles, mais peu d'engorgement des ganglions. Ceux-ci ne contiennent pas de bacilles de la tuberculose. Un ensemencement fait avec le liquide retiré de la région enflammée produisit des colonies de

Micrococcus pyogenes α aureus, Rosenb. ;
» candicans, Flügge ;
Bacterium proteus Zenkeri, Hauser,

et quelques bacilles indéterminés.

Un ensemencement du sang du cœur ne donne aucun résultat positif.

Série F.

(Observations XX, XXI, XXII, XXIII, XXIV, XXV.)

Cabinet d'aisance du bâtiment scolaire Enning (excepté le N° XXV).

Sièges formés d'un encadrement de menuiserie cachant la cuvette et se fixant latéralement aux parois. La lunette est circulaire et placée 10 centimètres en arrière du bord antérieur. L'éclairage ne se fait pas directement du dehors, mais la lumière passe par-dessus les galandages comme dans la série A. L'humidité des murs est telle qu'elle les traverse et se remarque du dehors.

Observation XX.

Cabinet réservé aux garçons, la planchette est propre.

a) *Examen direct.*

Proportion égale de bacilles et de coques, quelques sarcines, des coccus à division.

b) *Cultures.*

Streptococcus pyogenes, Rosenb.
Sarcina pulmonum, Virchow.
Micrococcus pyogenes *a* aureus, Rosenb.
» blanc grisâtre, Legrain.
» candicans, Flügge.
Bacterium coli commune, Escher.
» pyocyaneus, Flügge.
Bacillus subtilis, Cohn.

c) *Inoculation.*

Un cobaye présente une tuméfaction de la région inguinale du côté inoculé. L'animal ne guérit qu'au bout de deux mois et a un peu maigri.

Observation XXI.

Cabinet d'aisance réservé aux fillettes de 12 à 14 ans, aspect assez propre.

a) *Examen direct.*

Nombreux bacilles, formes subtilis et coli surtout, quelques cocci et sarcines.

b) *Cultures.*

Streptococcus lanceolatus, Gamaleïa [1].
Micrococcus blanc grisâtre, Legrain.
» candicans, Flügge.
Bacillus mesentericus vulgatus, Flügge.
» albuminis, Bienst.
» coprogenes parvus, Bienst.

c) *Inoculation.*

Un cobaye inoculé présente pendant un mois un fort empâtement de la région inguinale du bassin et de la moitié de l'abdomen du côté inoculé ; l'animal guérit au bout de deux mois.

[1] Ce microbe a donné sur gélatine et sur agar tous les caractères du pneumocoque de Talamon et Frænkel, dont on peut la considérer comme une forme affaiblie. Une souris inoculée sous la peau n'en a pas souffert, caractère qui se rencontre quelquefois dans la forme atténuée de ce microbe.

Observation XXII.

Cabinet réservé aux fillettes de 12 à 14 ans. Le siège est maintenu propre.

a) *Examen direct.*

Les bacilles sont de beaucoup les plus nombreux ; on trouve cependant par-ci par-là quelques amas de microcoques.

b) *Cultures.*

Micrococcus pyogenes γ albus, Rosenb.
» cereus albus, Passet.
Bacterium coli commune, Esch.
Bacillus mesentericus vulgatus, Flügge.
» ureae, Miquel.

c) *Inoculation.*

Un cobaye inoculé a donné une légère tuméfaction qui guérit rapidement.

Observation XXIII.

Cabinet d'aisance réservé aux fillettes de 12 à 14 ans. Le siège est propre.

a) *Examen direct.*

De nombreux microcoques isolés, beaucoup sont divisés, de courts bacilles et des sarcines.

b) *Cultures.*

Sarcina pulmonum, Virchow.
Bacterium lactis aërogenes, Esch.
» proteus Zenkeri, Hauser.
Bacillus mesentericus vulgatus, Flügge.
» subtiliformis, Bienst.
» liquefaciens communis, Sternberg.

c) *Inoculation.*

L'inoculation chez un cobaye a provoqué un petit abcès. Nous en avons isolé par culture.

Micrococcus subflavus, Bumm.
» candicans, Flügge.

L'animal a guéri dès que l'abcès fut vidé.

Observation XXIV.

Latrines réservées aux fillettes âgées de 12 à 14 ans. La planchette est un peu humide; à part cela, le siège est propre.

a) *Examen direct.*

Streptobacilles, grands bacilles ressemblant au megaterium, quelques amas de cocci et des urobacilles.

b) *Cultures.*

Micrococcus blanc grisâtre, Legrain.
Bacterium coli commune, Esch.
» proteus Zenkeri, Hauser.
Bacillus subtilis, Cohn.
» ureae, Miquel.

c) *Inoculation.*

Un cobaye inoculé n'a présenté aucune lésion pathologique.

Observation XXV.

Cabinet d'aisance de l'Ecole de chimie, fréquenté par les étudiants. Siège à l'anglaise avec abattant mobile dit à combinaison ; propre, mais on voit la trace des pieds sur le bois de la planchette. Assez bon éclairage.

a) *Examen direct.*

Nous trouvons de nombreux bacilles, où le coli prédomine ; des microcoques en amas, quelques-uns ressemblent au gonocoque par leur division et leur irrégularité ; nous trouvons aussi quelques paquets de sarcines.

b) *Cultures.*

Micrococcus pyogenes γ albus, Rosenb.
» magnus, Rosenth.
Bacterium lactis aërogenes, Esch.
» coli commune, »
» fluorecens liquefaciens, Flügge.
Bacillus subtilis, Cohn.
» mesentericus vulgatus, Flügge.
» subtiliformis, Bienst.
» albuminis, »
» ureae, Miquel.

c) *Inoculation.*

Une inoculation sous-cutanée chez une souris ne donne qu'une légère tuméfaction qui guérit le 4e jour.

Résumé des observations.

Si maintenant nous synthétisons ces observations en trois groupes, naturellement indiqués par le procédé de recherche que nous avons suivi, c'est-à-dire examen direct, cultures et inoculations, nous pouvons faire ressortir pour chacun d'eux les considérations suivantes :

Examen direct. Les recherches de ce genre, si peu certaines au point de vue de la détermination des espèces, ne nous ont apporté que de maigres résultats, et n'ayant quelque valeur que par le nombre relatif des genres, coccus, bacillus et sarcina, comparés entre eux ou avec les résultats obtenus par les cultures.

Le rapport de quantité entre les genres décelés à frais et ceux provenant des cultures est loin d'être constant, c'est ainsi que dans certains cas, nous avons vu les formes bacillaires se montrer en grand nombre à l'examen préalable, tandis que seuls les cocci se sont développés en abondance sur les milieux de culture. Dans d'autres cas ce rapport s'est trouvé inverse.

Les éléments allongés, bacilles longs et courts, ont le plus souvent apparu bien plus nombreux que les formes en coque et surtout que les sarcines. Il est intéressant de remarquer que ce rapport n'est bien évident que pour les latrines fréquentées par les hommes ; dans les cabinets utilisés par les femmes, les cocci étaient, d'une manière générale, presque aussi nombreux que les bacilles. Il nous reste encore à signaler une différence bien nette sous ce rapport, entre les sièges visités par des malades vénériens et ceux qui le sont par d'autres personnes. Les premiers se distin-

guent par une prédominance marquée des cocci sur les formes bacillaires plus nombreuses au contraire chez les seconds. Nous supposons que la cause de cette différence provient de ce que les vénériens favorisent par des écoulements plus fréquents, tenaces et virulents, la dissémination des microcoques. A l'examen à frais ou coloré par le bleu de méthylène, les formes de coques en division, ressemblant au gonocoque, ne sont pas rares du tout et si l'on se contentait de cet examen superficiel, on pourrait facilement les prendre pour le microbe de Neisser, d'autant plus que quelques-uns se décolorent par le Gram, mais les cultures détrompent vite d'une conclusion trop hâtive.

Si nous n'avons vu que de rares chaînettes de streptocoques, les staphylocoques sont, par contre, des plus fréquents et souvent réunis en amas considérables.

Parmi les nombreux bacilles observés sur nos préparations à frais, le coli et les espèces morphologiquement voisines se sont presque constamment montrés en majeure proportion, aussi les croyons-nous les plus fréquents de toutes les bactéries déposées sur les sièges des lieux d'aisance.

Nos recherches du bacille de Koch ont eu aussi un résultat négatif, quoique certains sièges fussent sûrement fréquentés par des tuberculeux; nous avons bien ici et là observé quelques courts bacilles restés colorés par le Ziehl, mais leur coloration un peu floue et leur forme un peu ramassée nous indiquent que nous avons eu affaire au bacille du smegma. Le résultat de nos inoculations sur les cobayes confirme du reste cette manière de voir.

Quant à nos investigations relatives aux hyphomycètes, aux œufs d'helminthes et aux ectoparasites, elles sont également demeurées infructueuses, le nombre des sièges observés était trop restreint et portait surtout sur ceux d'un hôpital où tous les malades sont tenus soigneusement propres. Nous pensons aussi que les œufs des vers intesti-

naux devraient être recherchés de préférence sur le bord postérieur du siège; nous n'en avons pas trouvé dans la partie antérieure.

Cultures. Par cette méthode d'investigation nous avons réussi à mener à bonne fin 166 cultures, nous donnant ainsi, sauf quelques exceptions douteuses et déjà signalées dans nos observations, la détermination certaine de 37 espèces, réparties en 5 genres suivant la classification de Lehmann et Neumann.

Nous donnons ici, comme résumé de nos observations, un tableau synoptique des espèces déterminées ayant en regard un chiffre désignant le nombre de fois que chacune d'elles a pu être isolée et cultivée.

I. *Genre* Streptococcus *Billroth.*

1.	Streptococcus pyogenes Rosenbach	11 fois.
2.	— lanceolatus, Gamaleia	1 »

II. *Genre* Sarcina *Goodsir.*

1.	Sarcina pulmonum, Virchow	7 fois.
2.	— alba, Zimmermann	6 »
3.	— nivea, Henrici	1 »
4.	— lutea, Flügge	2 »
5.	— aurantiaca, Koch, Lidner	1 »
6.	— carnea, Gruber	1 »

III. *Genre* Micrococcus *Cohn.*.

1.	Micrococcus pyogenes α aureus, Rosenbach . .	7 fois.
2.	— » β citreus, Passet . . .	1 »
3.	— » γ albus, Rosenbach . .	9 »
4.	— cereus albus, Passet	2 »
5.	— gonorrhoeae, Neisser (?)	3 »
6.	— subflavus, Bumm	3 »
7.	— citreus conglomeratus, Bumm . .	1 »
8.	— blanc grisâtre, Legrain	5 »
9.	— blanc grisâtre, Steinschneider . .	2 »
10.	— à colonies foliacées, Legrain . . .	5 »
11.	— magnus, A.-G. Rosenthal	3 »
12.	— ureae, Van Tieghem	3 »
13.	— candicans, Flügge	6 »

IV. *Genre* Bacterium *Cohn, Hüppe.*

1.	Bacterium lactis aërogenes, Escherich	7	fois.
2.	— coli commune, Escherich.	16	»
3.	— pyocyaneus Flügge, L. N.	2	»
4.	— fluorecens liquefaciens, Flügge, L. N.	1	»
5.	— proteus Zopfii, Kurth.	1	»
6.	— » vulgaris Hauser	1	»
7.	— » Zenkeri, »	4	»

V. *Genre* Bacillus *Cohn, Hüppe.*

1.	Bacillus subtilis, Cohn	9	fois.
2.	— megaterium, De Bary	2	»
3.	— mesentericus vulgatus, Flügge . . .	5	»
4.	— » fuxus, » . . .	1	»
5.	— subtiliformis, Bienstock . . .	7	»
6.	— albuminis, » . . .	11	»
7.	— coprogenes parvus, » . . .	8	»
8.	— liquefaciens communis, Sternberg . .	1	»
9.	— ureae, Miquel	10	»

Il ressort de ce tableau, ce qui est du reste naturel, que ce sont précisément les espèces habitant d'une manière constante ou passagère les voies digestives et uro-génitales que nous trouvons représentées en plus grande abondance et le plus fréquemment. Ainsi, parmi les espèces signalées comme hôtes habituels de l'intestin, nous rencontrons le bact. coli commune dans le 64 % des observations, le bact. lactis aërogenes 28 %, le bact. subtilis 36 %, le bact. subtiliformis 28 %, le bact. albuminis 44 % et le coprogenes parvus de Bienstock, représenté par 32 %. Quant à quelques autres formes restantes se rattachant à l'ancien genre proteus, ainsi que le bact. liquefaciens communis et fluorecens liquefaciens, nous ne les avons trouvées qu'un très petit nombre de fois et en assez faible quantité sur les plaques de Petri; ce sont encore des espèces saprophytes intestinales.

Il en est de même pour les bactéries que Neisser, Legrain, Bumm, Steinschneider, etc. ont décrites dans l'urèthre et les écoulements vaginaux. Ce sont pour la plupart les mêmes

que nous avons retrouvées sur les sièges; leur fréquence était même assez considérable pour aller jusqu'à égaler celles des espèces plus communément rencontrées dans l'intestin. Le gonocoque ou une espèce très voisine a été cultivé trois fois avec du matériel récolté sur des latrines fréquentées par des personnes sûrement blennorrhagiques, ce qui nous permet d'insister sur le diagnostic, malgré que le développement sur gélatine, désiré par Bosc, ait manqué deux fois.

Les micrococcus pyogenes aureus, citreus et albus ont été isolés dix-sept fois, ce qui indique une fréquence même plus grande que celle du coli, mais qui n'implique nullement quant à leur nombre; car tandis que le coli encombrait, lorsqu'il était présent, les plaques de Petri, à peine trouvait-on par-ci par-là quelques colonies liquéfiantes du coccus de Rosenbach.

Le streptocoque est aussi beaucoup plus fréquent que nous nous y attendions, 44 %; c'est surtout dans le bouillon ascitique que nous l'avons obtenu le plus facilement et parfois en chaînettes assez longues.

Les sarcines se sont présentées très souvent; mais dix-huit fois seulement nous avons pu poursuivre leur développement assez loin pour obtenir leur détermination spécifique.

Il en est de même pour beaucoup de saprophytes peu connus dont les cultures ont dû être abandonnées sans diagnostic. Nous citerons parmi ces derniers une espèce dernièrement décrite par *A.-G. Rosenthal* sous le nom de diplococcus magnus, et que nous avons obtenu trois fois; il se présente sous forme de coccus à division en amas et produit sur gélatine des colonies qui ressemblent beaucoup d'aspect au bact. coli.

Inoculation. Vingt-cinq inoculations sous-cutanées ont été pratiquées à vingt-trois cobayes et deux souris, suivant la technique indiquée. En condensant les résultats de chaque observation, on obtient le résumé suivant :

Huit inoculations faites sur sept cobayes et une souris sont restées complètement négatives.

Cinq inoculations faites sur quatre cobayes et une souris ont donné une légère tuméfaction locale qui guérit en peu de jours.

Six autres cobayes ont eu des adénites non suppurées, guéries dans l'espace de un à deux mois.

Quatre cobayes ont eu des abcès dont trois étaient à bact. coli commune et un, une association du micrococcus subflavus de Bumm et du mic. candicans.

Deux fois nous avons constaté la mort chez le cobaye, chaque fois nous avons trouvé des microcoques, mais une seule fois ils ont pu être cultivés (obs. XVI et XIX).

Ainsi les inoculations ont donné dix-sept résultats positifs, c'est-à-dire le 68 % des cas, ce qui démontre une virulence encore assez grande des bactéries déposées sur les sièges, mais ce sont surtout le bact. colicommune, le mic. pyogenes aureus et le mic. subflavus qui paraissent conserver le plus longtemps leur action nocive malgré le milieu où nous les avons prélevés. Malheureusement, nous ne pouvons être renseigné sur le temps qu'ils y avaient séjourné avant leur récolte ; il serait intéressant d'être fixé sur la persistance de leur puissance pathologique sous l'influence combinée de la lumière, de l'humidité et des dépôts de sécrétions en contact desquels ces microorganismes doivent rester. La rapidité de leur atténuation doit varier du reste suivant les espèces, les saisons et les soins de propreté auxquels sont soumis les sièges, ainsi que suivant la nature des matériaux employés à leur construction.

Cependant, aucun rapport bien net ne s'est révélé entre la virulence microbienne et l'état du milieu sur lequel le matériel a été recueilli ; aucun des facteurs ci-dessus mentionnés, pris isolément, ne paraît avoir influencé d'une façon assez précise le résultat de nos inoculations pour que nous puissions le démontrer ; au contraire, il y a une

étrange irrégularité dans les résultats considérés à cet égard ; ainsi le matériel prélevé sur des lieux d'aisance fort bien exposés à la lumière n'a tantôt provoqué que des lésions très bénignes, tantôt des altérations graves à nos animaux ; la même remarque s'applique au sujet de l'entretien et de la propreté des cabinets. Ceci nous conduit à penser que le rapport entre l'état du siège et la virulence des espèces recueillies, rapport auquel il était, du reste, rationnel de s'attendre, est en bonne partie détruit ou troublé par la manière toute fortuite (de temps et de lieu) avec laquelle les sécrétions sont déposées sur les sièges.

S'il est difficile de faire ressortir ainsi d'une manière générale la virulence des microbes que nous avons rencontrés au cours de nos recherches, il n'en est pas de même si l'on considère isolément chaque espèce ; la résistance qu'elles offrent aux agents atténuateurs varie pour chacune d'elles et cela est d'autant plus important à connaître que l'on peut en dégager, dans une certaine mesure, le danger qui peut résulter de leur présence sur les sièges des water-closets.

Le *streptococcus pyogenes*, par exemple, cultivé si fréquemment, n'a été qu'entrevu chez un de nos cobayes, mort après dix-neuf jours ; ce microorganisme serait fortement atténué peut-être par l'acidité du mucus vaginal, s'il en faut croire Krœnig ; quoiqu'il en soit, c'est un agent morbide qui mérite d'être pris en considération à cause de la gravité des affections qu'il peut occasionner (fièvre puerpérale, érysipèle, phlegmon, etc.), si, pour une raison ou pour une autre, il conserve ou retrouve sa virulence.

Les *micrococcus aureus* et *albus* ont été des plus fréquemment observés, soit dans les cultures, soit dans les abcès provoqués chez nos cobayes ; ils prouvent par là être aptes à résister assez longtemps aux causes affaiblissantes ; il en est de même pour le *micrococcus subflavus*, considéré comme simple variété du staphylocoque doré par Lehmann

et Neumann. Cette espèce, obtenue trois fois par voie de culture, a été retrouvée seule avec le mic. candicans dans l'abcès déterminé chez le cobaye de l'observation XXIII. Un autre cobaye (obs. XIX), auquel nous avions fait subir une injection sous-cutanée de un centimètre cube de culture pure de ce microcoque, a succombé en vingt-quatre heures; le même microbe, retiré de l'animal, a donné de nouvelles cultures différant des premières en ce que leur pigmentation jaunâtre avait un peu pâli. Ce microbe a déjà été décrit contenu dans le mucus vaginal, les lochies, cystites, bulles de pamphigus, abcès du sein par Bumm, dans l'urèthre sain par Lustgarten et Mannaberg, dans les vaginites bartholinites, urèthre du chien par Legrain. Steinschneider et Galensky l'ont rencontré trente-huit fois sur huitante-six urèthres examinés. Quant au staphylocoque doré et blanc, il est suffisamment connu comme cause de la plupart des suppurations, d'abcès et de furonculose. Il entrerait, d'après Legrain, dans les causes de l'uréthrite par cathétérisme. Dans nos cultures, le mic. subflavus a toujours différé du mic. pyogenes aureus par la constante et nette division des cocci, ce qui a fait ranger cette espèce parmi les pseudo-gonocoques; il diffère en outre par un ramollissement de la gélatine, qui s'arrête à la consistance sirupeuse, alors que l'aureus produit une liquéfaction beaucoup plus avancée, les cultures étant placées dans les mêmes conditions.

Le *gonocoque* de Neisser s'est présenté trois fois au courant de nos recherches, mais nous avançons ce diagnostic sous toutes réserves, n'ayant guère pu obtenir de culture que sur la gélose de Kiefer; mais la morphologie caractéristique des cellules, leur décoloration par le Gram et aussi leur provenance de latrines fréquentées par des blennorrhagiques fait pencher les probabilités en faveur du gonocoque. Du reste, le fait que nous n'avons pas toujours pu obtenir son développement sur gélatine, comme le voudrait Bosc, ne parle pas positivement contre; M. Sée a

démontré que le développement de ce microorganisme sur les milieux de cultures ordinaires était plutôt exceptionnel. Cependant le gonocoque résiste très difficilement à une exposition prolongée en dehors de l'organisme; il faut qu'il soit contenu dans des sécrétions encore humides (Finger), et que la température ne soit pas au-dessous de 15° à 18°; même en culture, il vit fort peu de jours, cinq à quinze, dans des conditions exceptionnelles et en évitant la dessication du milieu; M. Sée en a cependant repiqué au bout de deux mois. Mais simplement exposé à l'air, sa vitalité aurait disparu en vingt-quatre heures.

Il en résulte une restriction considérable des chances d'infection, car il faudrait, pour qu'elle se produisît, que le virus soit recueilli peu après avoir été déposé. Mais alors le bord du siège serait peut-être encore humide, et, en attirant l'attention du visiteur, l'inviterait à prendre quelques précautions, telles que monter sur le siège. En rappelant encore l'observation de Fischer (page 14) sur la présence du gonocoque dans une vulvo-vaginite contractée sur des latrines publiques, nous insistons sur les graves conséquences qu'un fait pareil peut amener au point de vue médico-légal.

A côté des vulvo-vaginites à gonocoque, il en existe d'autres dues aux saprophytes normaux du tractus uro-génital qui peuvent, à un moment donné, pour une cause ou pour une autre, acquérir une certaine virulence. *F. Martoglio* l'a dernièrement démontré pour plusieurs espèces, entre autres le mic. candicans; d'autre part, *Laborde*, *Frenkel*, *Heiman* et d'autres ont décrit de pareilles vaginites; le bact. coli a été incriminé. Il en est de même pour certaines uréthrites (M. Sée). Or ces saprophytes, presque spéciaux aux organes génitaux, ont été trouvés très communément sur les cabinets d'aisance, dont l'intermédiaire doit entrer pour une certaine part dans le colportage de ces microbes d'une personne à l'autre.

Les déjections humaines sont bien plus dangereuses qu'on ne le croyait naguère ; on sait qu'elles sont le véhicule habituel de plusieurs maladies infectieuses et épidémiques, telles que le choléra, la fièvre typhoïde, pour ne citer que celles-là ; or nous avons vu que la majorité des bactéries trouvées sur les sièges accusaient une provenance intestinale ; les Bacterium lactis aërogenes, coli commune, pyocyaneus, fluorecens liquefaciens, les Proteus et les Bacillus subtilis, megaterium, mesentericus, subtiliformis, albuminis, coprogenes parvus et liquefaciens communis qui ont tous été signalés à maintes reprises comme commensaux de l'intestin, sont précisément ceux que nous avons rencontrés au cours de nos recherches.

Il a été démontré d'autre part que certains d'entre eux conservaient leur pouvoir pathogène malgré leur exposition à l'air, tel le bact. coli, qui a été la cause déterminante de la plupart de nos abcès. De même, en temps d'épidémie, les déjections alvines abandonnées sur les sièges peuvent recéler le bacille de la dothiénentérie, le vibrion cholérique et d'autres, ce qui constitue un danger réel de dissémination de ces maladies.

Les mêmes considérations peuvent être faites à propos des agents peu ou pas connus des fièvres éruptives ; nous voulons parler de la rougeole, de la varicelle, de la variole et de la scarlatine, si éminemment contagieuses dans presque toutes leurs périodes, alors que le malade sème sur le siège des croûtes, des squames, enfin des germes quelconques ; rien ne semble plus naturel, ni plus facile.

Parmi les maladies dont on ne connaît pas encore l'agent causal, il convient de mentionner la *syphilis*. Or, il faut le dire, le contage de cette affection peut très bien se produire, en dehors de tous rapports sexuels, par le seul intermédiaire de quelques objets, comme des jouets d'enfants (Galippe, Napias) ; des cannes de souffleurs de verre (Lagneau) ; un rasoir (Catrin). M. le professeur Larguier

nous a cité le cas de deux jeunes mariés infectés en tournée de noce par un verre à boire malpropre. Nombreux sont ces exemples; or, comme toutes les muqueuses sont plus ou moins bien disposées à la contamination, celle-ci peut parfaitement se faire par le contact de parties génitales sur le rebord des latrines. Il est vrai que les cas certains d'une infection semblable manquent et le malade qui exposerait une telle étiologie devant son médecin serait reçu par celui-ci avec un scepticisme bien compréhensible.

Dans le courant de nos inoculations, nous avons toujours conservé nos cobayes dans l'espoir de voir se former des manifestations tardives de *tuberculose*; mais sur vingt-trois cobayes inoculés, aucun n'a présenté de lésions dues au bacille de Koch, malgré que plusieurs latrines examinées fussent fréquentées par des tuberculeux. Nous avons vu que l'examen par le procédé des colorations était également demeuré négatif.

Nous ne pouvons guère conclure avec un si petit nombre d'examens et d'inoculations; néanmoins, il est fort probable que des recherches exercées sur une plus grande échelle auraient fait apparaître ce microbe, malheureusement si répandu. Car les occasions ne lui manquent pas de s'y laisser déposer. Il se peut, par exemple, qu'il soit avalé avec les crachats, puis évacué parmi les selles; il peut aussi provenir de tuberculoses intestinale, vésicale, rénale et autres, peut-être par le simple fait de vider les crachoirs maladroitement sur le bord des latrines.

C'est pourquoi, si minime qu'il puisse paraître, le danger qui peut résulter de la présence du bacille de la tuberculose sur les water-closets mérite tout de même notre attention en raison de la nature des portes d'entrée qui lui sont ouvertes; nous pensons ici aux voies génitales. On sait d'ailleurs que ce bacille résiste longtemps à la dessiccation et aux températures ordinaires; seule peut-être, l'action chimique des sécrétions répandues sur le siège, mais sur-

tout celle de la lumière solaire, ont le privilège de le détruire rapidement. Mais combien de cabinets qui se trouvent placés dans la partie la plus obscure de l'habitation et ne sont abordables, même en plein jour, qu'avec une lampe en main! Or, ces appartements antihygiéniques et malsains sont précisément ceux où la pauvreté relègue les classes nécessiteuses dont la misère, les privations, l'ignorance de l'hygiène contribuent à rendre l'organisme plus faible et d'une plus grande réceptivité. Il reste encore à signaler ici l'absence de lésions dues au bac. tétanique et au bac. de l'œdème malin.

En terminant, nous tenons encore à signaler la présence possible de teignes trichophytiques (Microsporon, Achorion, etc.), ces hyphomycètes étant souvent abandonnés et disséminés avec des débris de poils malades. Puis, parmi les parasites de la peau, le Sarcoptes scabiei et le Phtirius pubis. Ce dernier a du reste été vu par le professeur Galli-Valerio sur un cabinet d'aisance.

Conclusions. Prophylaxie.

L'ensemble de nos recherches démontre d'une façon positive, comme on devait s'y attendre, l'existence de nombreux microorganismes sur les sièges des cabinets d'aisance; elles démontrent encore que parmi ces germes, pour la plupart saprophytes, il s'en trouve beaucoup de pathogènes, dont quelques-uns peuvent conserver une certaine virulence. Il ressort, en outre, de ce travail que la provenance de ces bactéries est en majeure partie intestinale et urogénitale, mais qu'elle peut être autre, quoique dans une plus faible proportion.

Or, nous devons déduire de cela que, si des personnes saines peuvent semer sur les sièges les microbes habitant normalement leurs voies digestives et leur tractus urogénital, des malades atteints d'affections infectieuses, épidémi-

ques ou non, de ces organes, seront à même de répandre de la même façon les germes spécifiques de leurs maladies.

Ceci établi, il nous reste à rechercher si ces êtres constituent, grâce à leur exposition particulière sur les sièges, un danger quelconque pour les personnes faisant usage de ces appareils. Une démonstration positive ne peut encore être fournie, car elle suppose l'observation scientifique de contaminations par la voie qui nous occupe, et nous avons déjà vu précédemment combien elles étaient encore douteuses et rares ; aussi sommes-nous obligé pour l'instant de nous appuyer sur des considérations purement théoriques. Une condition *sine qua non* d'infection réside dans ce fait qu'il est nécessaire que des microbes pathogènes déposés sur le siège soient repris, recueillis par un des visiteurs suivants ; or nos procédés de récoltes ont démontré qu'un simple contact de la peau, un simple frôlement des vêtements peut y suffire. Ce ne sont pas seulement des affections localisées au seul endroit en contact avec le siège qui sont à craindre, mais bien plutôt des lésions disséminées sur toute autre partie du corps par l'intermédiaire des vêtements de dessous, des mains, etc., lésions dont on ignore l'origine ou que l'on attribue à une autre cause et qui peuvent avoir de graves conséquences.

Le sentiment d'un pareil danger existe dans la majorité du public, sentiment vague et inconscient, mais cependant bien puissant. Il suffit pour s'en convaincre d'interroger les ouvriers, par exemple, ou de jeter un regard sur les latrines publiques dans lesquelles des sièges hauts ont été installés ; on y verra de nombreuses traces attestant que l'on monte sur le siège pour prendre la position accroupie. C'est pourquoi le système à la turque, si déplorable sous le rapport de la propreté, est cependant préféré par les architectes pour la plupart des locaux fréquentés par le public.

Pourtant l'absurde installation de water-closets à sièges appareillés en vue de forcer le visiteur à s'asseoir se ren-

contre encore dans plusieurs établissements; mais le dégoût inspiré par ces latrines à certaines personnes, même à des enfants, est si grand qu'ils préfèrent souvent exécuter des merveilles d'équilibre plutôt que de courir le risque de se souiller. Il est fort probable que ces mille précautions individuelles contribuent grandement à diminuer les chances d'infections, et cela d'autant plus que tous ces ménagements sont surtout exigés par l'aspect de latrines malpropres, mais en revanche, un siège sec, bien éclairé, ayant l'air d'être irréprochablement entretenu, engagera plus facilement à s'asseoir et constituera en cela une sorte de séduction qu'il est bon de signaler, car, même sur des sièges d'aspect très propre, nous avons rencontré des microorganismes dangereux.

Les chances de contamination par le siège sont encore accentuées d'une part par la fréquence des visites que reçoivent certaines latrines publiques, et d'autre part dans ce fait que l'individu lui-même s'expose en moyenne une fois par jour à ces attouchements.

Quoique nous n'ayons démontré qu'en partie et d'une manière théorique l'existence de risques d'infections et de dissémination d'agents infectieux, il est élémentaire de conclure à des mesures de prudence consistant principalement en la suppression des latrines à sièges élevés et leur remplacement par un système assurant la position accroupie, non que nous entendions par là réintroduire ou approuver d'une façon absolue les systèmes à la turque forme ordinaire et à coquille dont nous avons déjà signalé les défectuosités dans notre introduction (pages 9 à 12). Mais puisque le système à califourchon, tel que l'a proposé M. Mangenot, remplit tous les desiderata exigés par l'hygiène, c'est-à-dire :

1° La réception complète des matières et des urines par la cuvette dont les bords antérieurs et postérieurs sont relevés à cet effet et empêchent toute projection au dehors.

2° Un lavage facile de la cuvette en faïence au moyen d'une chasse d'eau.

3° L'interception des gaz d'égout par un siphon hydraulique.

4° L'opposition à tout contact par ce siège favorisant la position accroupie, du reste la plus physiologique, il est nécessaire de l'introduire peu à peu dans les écoles, les casernes, les hôpitaux, les ateliers, les gares, partout en un mot où les périls augmentent en raison directe du nombre et de la diversité des visiteurs.

Il va sans dire que la lumière, la ventilation et la propreté générale du local ne doivent pas être ménagées ; elles sont au contraire une condition essentielle de succès, par le fait qu'elles en imposent d'elles-mêmes au public en lui inspirant des règles de propreté. Et c'est surtout dans les écoles que l'usage de locaux propres inculque d'une manière toute pratique à la jeunesse l'amour de l'hygiène et le respect des objets confiés à la communauté.

Quant aux habitations privées où existe déjà l'installation des meilleurs water-closets modernes, tels que les systèmes Doulton, Jennings modifié, etc., ils peuvent parfaitement bien être conservés, à condition toutefois que la lumière abonde et que de fréquents lavages, qu'il serait bon de rendre de temps en temps antiseptiques, soient effectués.

Néanmoins, il serait utile d'ajouter un dispositif permettant à discrétion, suivant le choix du visiteur, la position assise ou accroupie ; il suffirait, à cet effet, d'ajouter latéralement et à hauteur convenable deux marchepieds pouvant être mis à découvert en soulevant l'abattant qui recouvre le siège. Les sièges dits à combinaison sont les plus favorables à l'adaptation de cette petite modification, mais il faudrait donner à la cuvette une forme plus allongée.

Voilà les quelques changements d'ordre prophylactique

que nous croyons devoir recommander. Seront-ils bien agréés par tout le monde? Nous osons l'espérer, tout en faisant la part aux préjugés et à la routine, continuelle entrave du progrès; mais ces considérations ne sauraient empêcher longtemps l'exécution des règles prescrites par l'hygiène.

BIBLIOGRAPHIE

Aubert, P. Lyon médical. Octobre 1884.

Bergeron et Heilly. Encyclopédie d'hygiène de Rochard, t. VII, p. 148. 1894.

Bumm, E. Der Mikro-organismus der Gonorrhoischen Schleimhaut Erkrankungen ; Gonokokkus Neisser. 1895.

Catrin. Rev. d'Hyg., p. 743. 1896.

Comandré. Encyclopédie d'Hygiène de Rochard, t. VIII, p. 48. 1895.

Finger. Cité par M. Sée. Le Gonocoque, p. 68.

Fischer. Deutsche med. Woch. 1895.

Fraenkel. Cité par M. Sée. Le Gonocoque, p. 149.

Flugge. Mikroorganismen. 1896.

Galippe. Rev. d'Hyg., p. 128. 1879.

Heiman. Cité par M. Sée. Le Gonocoque, p. 150.

Hunter. Cité par M. Sée. Le Gonocoque, p. 111.

Kroenig. Centralb. f. Gyn. 1894.

Labit et Polin. L'Hygiène scolaire. 1896.

Laborde. Contribution à la vulvo-vaginite des petites filles. Thèse de Paris. 1896.

Lacassagne, A. Précis d'Hygiène. 1895.

Lagneau. Rev. d'Hyg., p. 133. 1879.

Lejrain. Les microbes des écoulements de l'urèthre. Thèse de Nancy. 1888-89.

Lustgarten et Mannaberg. Vierteljahrschr, f. Derm. et Syph. 1887, p. 905.

Lehmann et Neumann. Atlas und Grundriss. Bakteriologie. 1899.

Macé. Traité de bactériologie. 1897.

Marx, H. Rev. d'Hyg. 1896, p. 404.

Mangenot. Rev. d'Hyg. 1895 (p. 150, 184, 216, 414, 678, 898 et 1096). 1897.

Martoglio, F. Annali d'igiene sperimentale, anno 1899, p. 449.

Napias. Rapport à la Commission ministérielle d'Hyg. scolaire. 1884, p. 247. (Cité par Mangenot, Rev. d'Hyg. 1897.)

Orlandi. Gazzetta medica di Torino. 1898, p. 296.

Pinard. Rev. d'Hyg. 1895, p. 184.

Putzyes, R. L'Hygiène dans la construction des habitations privées. 1885.

Revue d'Hygiène, 1881, 1884, 1887, 1889, 1892, 1895, 1896, 1897.

Richard, J., Rapport sur la construction des Hôpitaux. Rev. d'Hyg. 1883.

Richard Pott. Die specifische Vulvovaginitis im Kindesalter und ihre Behandlung. Jahrbuch für Kinderheilkunde 1883, t. XIX. p. 71.

Rosenthal, A.-G. Centralb. bacteriol. 1899, p. 1.

Sée, Marcel. Le Gonocoque. Thèse de Paris, 1896.

Smith, A. Rev. d'Hyg., 1884.

Steinschneider. Zur Differenzirung der Gonokokken. Berliner, Klin. Woch., 1890.

Vidy. Encyclop. d'Hyg. de Rochard, t. VIII, p. 97 et suivantes. 1895.

Weill et Barjon. Semaine médicale, 1894.

Wyss, O. Comptes rendus du 4e Congrès international d'Hygiène, à Genève, 1882.

Zavitziano. Rev. d'Hyg. 1889.

LE RÉGIME DU LAC LÉMAN ET DE SES AFFLUENTS

au cours de la période décennale de 1890 à 1899

NOTE

par **A. van MUYDEN**, Ingénieur

Communication faite à la Société vaudoise des Sciences naturelles dans sa séance du 19 décembre 1900.

Planche IV

La *Convention intercantonale pour la régularisation du lac Léman*, du 17 décembre 1884, a abandonné au domaine du passé le régime empirique d'écoulement de l'émissaire et lui a substitué un régime artificiel rationnel, resserrant l'amplitude des fluctuations entre des limites conciliant tous les intérêts.

Les années 1888 et 1889 ont servi de transition et d'expérience pour l'étude du règlement d'exécution du 7 octobre 1892.

Les comptes-rendus annuels de l'Administration des services industriels de la Ville de Genève indiquent, depuis l'année 1890, les débits mensuels moyens de l'émissaire. En groupant ces chiffres, on obtient les éléments d'une courbe saisonnière décennale des débits.

L'observation des variations du niveau de la nappe du lac permet, d'autre part, de déterminer le volume d'eau retenu mensuellement par le barrage pendant la période annuelle d'accumulation et le volume que le réservoir rend mensuellement à l'émissaire pendant la période de dé-

charge. La superficie étant de 578 kilomètres carrés, on en conclut qu'une hauteur d'ascension ou d'abaissement de un centimètre correspond à une accumulation ou à un prélèvement de 5 780 000 mètres cubes ; cette tranche d'eau représente pendant vingt-quatre heures un débit de 66,880 m^3 par seconde.

On déduit de ces deux données le volume d'eau que le lac a reçu de ses affluents pendant un mois, sauf à ne pas tenir compte de l'évaporation directe qui s'exerce à la surface du lac, ni des erreurs accidentelles qui se trouveront éliminées si le calcul porte sur des moyennes embrassant une longue série d'observations.

Si, enfin, on possède des statistiques de jaugeages suffisamment complètes des apports mensuels du Rhône au lac pendant la même période décennale, on sera en mesure de déterminer, par différence, la courbe saisonnière des apports des affluents intermédiaires envisagés dans leur ensemble.

La division des deux catégories d'apports, Rhône d'une part et affluents intermédiaires de l'autre, a son intérêt. Les divers affluents constituent en effet deux groupes bien distincts : le Rhône et ses affluents directs sont des torrents glaciaires et la proportion considérable de glaciers et de neiges éternelles alimentant le bassin (près d'un cinquième de sa superficie) crée un régime particulier caractérisé par un cours régulier de très basses eaux de décembre à mars et par des hautes eaux considérables en été, avec à-coups brusques causés par des débâcles. Les affluents du second groupe, par contre, ne sont pas alimentés par des glaciers et leur régime est très différent des premiers.

Les apports du Rhône au lac ont été évalués en consultant une statistique de jaugeages établie par les experts de la ville de Lausanne chargés de déterminer le régime de la force motrice dérivée du Rhône à Evionnaz (usine généra-

trice du transport d'énergie électrique Saint-Maurice-Lausanne). La station d'observations est celle d'Outre-Rhône (pont de Collonges), située à six kilomètres en amont de Saint-Maurice et à vingt-six kilomètres du lac[1]. (L'échelle de la station limnimétrique a été repérée en mars 1898 par les ingénieurs du bureau hydrométrique fédéral et, dès lors, les cotes de hauteur d'eau ont été relevées quotidiennement sous son contrôle. Les débits ont été calculés par la formule de M. Epper). Le bassin alimentaire mesure 4692 kilomètres carrés à Outre-Rhône et 5220 kilomètres carrés au débouché dans le lac. Entre ces deux points la proportion des superficies de glaciers et le régime des affluents sont sensiblement les mêmes qu'en amont et j'ai admis qu'en majorant proportionnellement à l'augmentation de superficie du bassin (soit de 11,1 %) les débits observés, on pourrait évaluer avec une approximation suffisante les fluctuations moyennes des apports du Rhône au lac. Le tableau numérique ci-après et le diagramme de la planche annexée hors texte résument les calculs. J'ai tracé, en outre, sur la figure la courbe des débits de 1897, année anormale marquée par des crues d'intensité et de durée exceptionnelles et celle de l'année de basses eaux exceptionnelles de 1894.

[1] « Annales des Ponts et Chaussées », Paris 1890, quatrième trimestre : *Le régime du Rhône alpestre observé au pont de Collonges, près de Saint-Maurice.* Note par A. van Muyden.

Tableau résumant les statistiques de 1890 à 1899.

Fluctuations mensuelles de l'année moyenne décennale.

(Volumes exprimés en mètres cubes par seconde.)

MOIS	Hauteur limnim. au-dessus Z. L. (Scheron)	Crue ou baisse du lac. (Ecarts en cm.)	Volume accumulé ou prélevé.	VOLUME DES APPORTS du Rhône	VOLUME DES APPORTS Des affluents intermédiaires.	VOLUME DES APPORTS Totaux	Débit de l'émissaire.
	m.	cm.	m³	m³	m³	m³	m³
	1,500						
Janvier. . .		— 15,1	— 32,6	45,2	47,1	92,3	124,9
	1,349						
Février . .		— 12,0	— 28,7	44,1	56,3	100,4	129,1
	1,229						
Mars . . .		— 5,6	— 12,1	51,4	87,8	139,2	151,3
	1,173						
Avril . . .		+ 2,7	+ 6,0	67,8	137,1	204,9	198,9
	1,200						
Mai. . . .		+ 21,3	+ 46,0	131,8	144,2	276,0	230,0
	1,413						
Juin . . .		+ 29,6	+ 66,0	330,3	111,7	442,0	376,0
	1,709						
Juillet . . .		+ 2,7	+ 5,8	425,3	74,1	499,4	493,6
	1,736						
Août . . .		— 0,1	— 0,2	367,3	90,9	458,2	458,4
	1,735						
Septembre .		— 5,8	— 12,9	230,1	87,4	317,5	330,4
	1,677						
Octobre . .		— 0,8	— 1,7	103,4	94,8	198,2	199,9
	1,669						
Novembre. .		— 7,8	— 17,4	63,1	79,0	142,1	159,5
	1,591						
Décembre. .		— 12,7	— 27,4	45,8	50,0	95,8	123,2
	1,464						
Moyennes. .	1,500	— 3,6	— 0,7	158,8	88,4	247,2	248,0

Z. L. : 373m,860

Hauteur moyenne du lac : 375m,360

Nota. — Les chiffres de la colonne 2 ont été obtenus en prenant la moyenne de dix hauteurs limnimétriques, relevées le 1er de chaque mois de la période décennale.

Les chiffres de la colonne 3 indiquent, en corrélation avec la colonne 2, la crue ou la baisse du lac, du 1er jour d'un mois au 1er du mois suivant.

Ce n'est pas ici le lieu d'entreprendre une discussion technique, je me bornerai à quelques remarques sommaires.

I. *Effets de la retenue.*

La tranche d'eau de 0,60 cm. correspondant aux limites conventionnelles PN — 1,30 m. et PN — 1,90 m., représenterait un volume accumulé de 0,60 m. × 578 000 000 m², soit 346 800 000 m³.

L'année moyenne décennale a accumulé dans le lac un volume d'eau d'environ 325 365 000 m³ pendant les mois d'avril, mai, juin et juillet, et le réservoir a rendu à l'émissaire pendant les mois de janvier, février, mars, septembre, octobre, novembre et décembre, un volume supérieur à ce chiffre soit environ 344 365 000 m³ ; la différence, soit 21 millions de mètres cubes, représente un débit de 0,7 m³ par seconde en moyenne.

L'excédent de débit s'explique par l'écart des cotes absolues du niveau du lac au début et à l'expiration de la période décennale. Rapportée au zéro limnimétrique du Léman (ZL), la cote du niveau du lac était 1,481 m. le 1er janvier 1890 et, dix ans plus tard, jour pour jour, soit le 1er janvier 1900, elle était de 1,118 m. ; l'écart final décennal de niveau est donc de 36,3 cm., correspondant à une baisse moyenne annuelle de 3,6 cm.

II. *Niveau moyen du lac.*

La publication intitulée *Les repères du nivellement de précision de la Suisse*, émanant du bureau topographique fédéral (9e édition), fixe à 376,860 m. l'altitude fondamentale du repère (R. P. N.) scellé sur la *Pierre à Niton*. Or le zéro limnimétrique du Léman (ZL) étant en contrebas de trois mètres de ce point, il résulte des cotes

portées à la deuxième colonne du tableau que l'altitude moyenne du lac est de :

373,86 m. + 1,50 soit 375,36 m.

D'après M. F.-A. Forel (*Le Léman*, t. 1, p. 539), la moyenne du niveau du lac était :

de 1818 à 1840 : ZL + 1,16 m.
de 1840 à 1883 : ZL + 1,47 m.

soit, si l'on embrasse la période entière :

de 1818 à 1883 : ZL + 1,36 m.

D'autre part, l'altitude qui correspondrait à la moyenne entre les cotes extrêmes conventionnelles serait :

$$ZL + \left(\frac{1{,}70 \text{ m.} + 1{,}10 \text{ m.}}{2}\right) \text{ soit } 375{,}26 \text{ m}^3.$$

III. *Débits de l'émissaire.*

a) Moyenne décennale générale			248,0 m³
b) Moyennes annuelles extrêmes	maximale (1897).		328,4
	minimale (1894).		182,5
c) Moyennes mensuelles générales :			
en hautes eaux	juillet		493,6 m³
	août.		458,4
à l'étiage	décembre. . . .		123,2
	janvier. . . .		124,9
	février. . . .		129,1
d) Moyennes mensuelles extrêmes	juillet 1897 . .		652,5
	janvier 1893. .		72,3

Voici quelques points de comparaison empruntés à période qui a précédé les travaux de correction :

1° *MM. Pestalozzi et Legler*, qui ont fait une étu approfondie des débits de l'année 1874, ont constaté en

autre ce qui suit (Rapport du 20 avril 1875, page 25 et tableaux des pages 60, 66 et 67) :

Moyennes mensuelles minimales et maximales de l'année 1874	avril	64,4 m³
	juillet	443,0
	août.	484,0

Au mois de mars et d'avril le débit a accusé un minimum de 50 m³, au mois de juillet un maximun de 585,5 m³ et au mois d'août un maximum de 522,5 m³.

2° Deux jaugeages opérés par M. Chaix au mois de septembre 1852 et le 4 mars 1858 ont accusé, le premier 532 m³ et le second 40 m³.

Un jaugeage opéré par M. Legler, le 18 juillet 1877, a accusé un débit de 641 m³, et un jaugeage de MM. Guiguer, Amiguet et Grange, du 23 juillet 1883, un débit de 646 m³ (voir F.-A. Forel, *Le Léman*, t. I, p. 432).

3° Enfin, diverses évaluations, les unes purement théoriques, les autres basées sur des jaugeages, rappelées pour mémoire par M. F.-A. Forel (même ouvrage, même page) :

Vallée, en 1859, estimait que le débit du Rhône à Genève variait entre 70 m³ aux basses eaux et 575 m³ aux hautes eaux.

Lauterbourg, en 1876, évaluait l'étiage absolu à 14,1 m³, les basses eaux moyennes à 82,5 m³, les eaux moyennes à 270 m³, les hautes eaux moyennes à 418 m³, et le maximum extrême à 656 m³.

L'ingénieur cantonal de Genève évaluait les basses eaux à 80 m³, les eaux moyennes à 270 m³ et les hautes eaux à 600 m³.

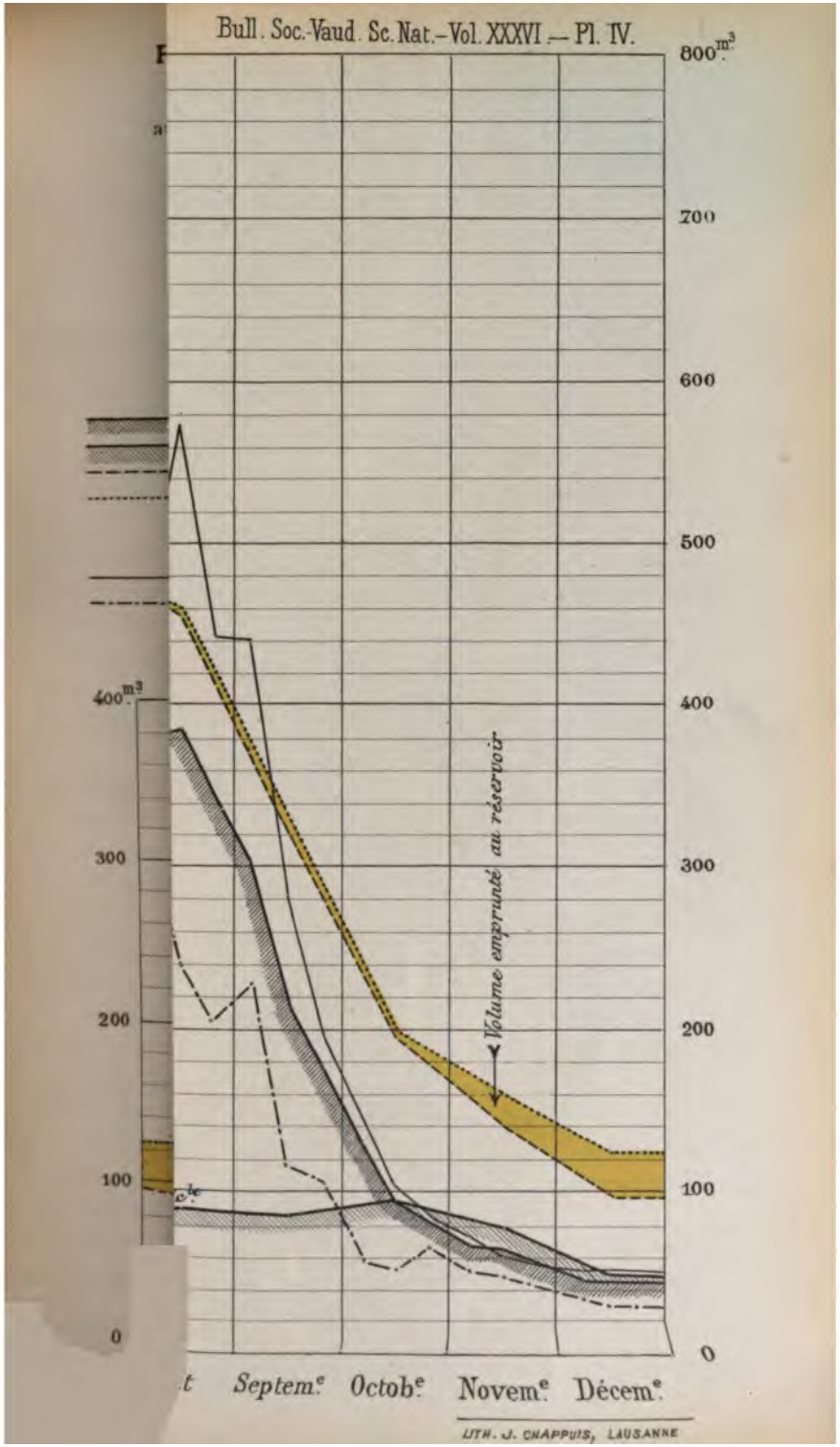
IV. *Module alimentaire.*

La portée moyenne de l'émissaire du lac, de 248 m³ par seconde, comparée à l'étendue totale du bassin de

réception, qui mesure 8000 kilomètres carrés (plus exactement 7995 kilomètres carrés), correspond à un module alimentaire de 31 litres par kilomètre carré et par seconde.

Si l'on considère, d'autre part, la chute annuelle moyenne d'eau météorique tombée sur l'étendue du bassin, — que M. Billwiller, le chef du bureau météorologique central suisse, évalue approximativement à 1,05 m. — on voit que cette chute représente un produit moyen de 33,3 l. par kilomètre carré et par seconde.

La déperdition apparente ne serait donc que de 10 %, or l'évaporation absorbe évidemment un volume d'eau bien supérieur. L'apport d'eau supplémentaire est dû, comme on le sait, au produit de la condensation des vapeurs aqueuses de l'air sur les glaciers et les neiges. Les belles recherches de MM. Ch. Dufour et F.-A. Forel à ce sujet sont bien connues des lecteurs de ce recueil.



LITH. J. CHAPPUIS, LAUSANNE

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE

DE LA

FAUNE DES MAMMIFÈRES DU CANTON DE VAUD

PAR

P. NARBEL

Il peut sembler bien présomptueux de vouloir dire quelque chose encore sur les mammifères suisses, après les superbes travaux qu'a publiés le professeur Victor Fatio en 1860.

Aussi mon idée n'est-elle point de vouloir présenter quelque chose de nouveau sur la matière. Mais les études de Fatio embrassant la Suisse entière, elles ne peuvent par conséquent tenir compte de chaque endroit, ou de chaque canton en particulier.

Il a été publié peu de chose sur ce sujet.

Dans le *Conservateur suisse*, il y a quelques mots de la faune suisse par le doyen Bridel, puis, vers 1840, a paru une faune du canton de Vaud par Blanchet, et enfin, vers 1880, une faune du district d'Orbe, par Combe et Duplessis. Mais ces faunes sont incomplètes, car beaucoup d'espèces ne furent découvertes que par Fatio.

Il m'a donc paru intéressant de rechercher quelles espèces, reconnues suisses par Fatio, faisaient partie de notre faune cantonale. C'est le résultat de ces recherches que je viens exposer ici.

Je n'ai pas la prétention d'avoir épuisé le sujet pour ce qui regarde notre canton, car je me suis borné à indiquer les

quelques observations que j'ai pu faire dans le courant de ces dernières années, ainsi que les renseignements que j'ai pu obtenir sur telle ou telle espèce que je n'avais pas pu capturer moi-même ou qui est aujourd'hui disparue.

Je me suis spécialement occupé de nos micromammifères qui sont de beaucoup les moins connus. Grâce à une bienveillante autorisation de M. Puenzieux, Chef de service au Département de l'Agriculture et du Commerce, auquel j'adresse ici tous mes remerciements, j'ai pu tendre de nombreuses trappes et me rendre compte ainsi, dans une certaine mesure, de la répartition de ces animaux.

J'ai tendu mes trappes surtout dans les environs de Lausanne et aux Plans sur Bex, ainsi que dans quelques autres endroits, comme Chexbres, Orbe, etc.

De cette façon, j'ai pu étudier un peu la faune de la plaine et celle de la montagne, qui diffèrent beaucoup entre elles.

Il va sans dire que, pour ce qui est de la détermination de ces animaux, je renvoie aux descriptions de Fatio, si claires et si précises. C'est du reste son livre en main que j'ai fait cette étude et uniquement d'après ses diagnoses que j'ai déterminé mes captures. Je suis donc exactement l'ordre de son livre, me contentant d'ajouter au nom de l'animal ce que j'ai observé sur lui dans le canton de Vaud.

Dans ce travail ne figurent pas encore les cheiroptères. La difficulté de capturer ces animaux me force à renvoyer leur liste à plus tard, quand j'aurai pu la compléter. Mais, si l'on excepte cet ordre, sur 40 mammifères que décrit Fatio, comme faisant sûrement partie de la faune suisse, j'en ai trouvé 35 dans le canton. Les 5 manquant sont la *Talpa caeca* spéciale au Tessin et aux Grisons, *Mus poschiavinus* trouvée jusqu'à présent seulement à Poschiavo, puis *Felis lynx*, *Canis lupus* et *Ursus arctos*, espèces qui, si elles ne sont pas toutes disparues du reste de la Suisse, tendent en tous cas à y devenir fort rares.

En revanche, j'ai trouvé deux espèces non encore signalées dans le canton : *Sorex alpinus* et *Leucodon microurus*.

Ordre des INSECTIVORES

Famille des TALPIDÉS

1. **Taupe commune.**

Talpa europaea (Linné).

Nom vulg. : Derbon, Darbon.

Elle est très commune dans le canton. Un peu plus fréquente à la plaine qu'à la montagne. Elle ne craint pas les terrains un peu humides. Ainsi, dans les plaines de Vidy, pendant l'année 1898, le taupier en a pris 7 à 800. La couleur du pelage varie fort peu. Quelques-unes sont un peu plus claires que la nuance foncée ordinaire. Je n'ai pas trouvé les variétés claires de Fatio.

Deux fois, le taupier m'a apporté des sujets albinos, mais le fait est très rare.

La taupe supporte assez bien la captivité, si l'on a soin de lui mettre un peu de terre où elle puisse creuser, car elle craint la chaleur du soleil. J'en ai eu une pendant assez longtemps. Elle mangeait une dizaine de gros escargots (Helix pomatia) par jour. Elle ne dédaignait du reste nullement les souris ou les moineaux.

Taupe aveugle.

Talpa caeca (Savi).

Je ne l'ai jamais trouvée dans le canton, et je doute fort qu'elle s'y trouve.

Famille des SORICIDÉS

2. **La musaraigne d'eau.**

Crossopus fodiens (Pallas).

Cette musaraigne est peu connue quoiqu'elle soit fort ré-

pandue. Elle fait la police de tous nos cours d'eau, petits et grands, lents ou rapides. D'une extrême vivacité, elles se partagent les ruisseaux, chacune vivant séparée dans son petit domaine. Le fait est facile à démontrer : Lorsqu'une musaraigne a été prise, il ne s'en prend guère une seconde au même endroit, tandis que si l'on transporte la trappe quelque trente ou quarante mètres en aval ou en amont, une seconde ne tarde pas à venir se faire prendre.

Si l'on pose la trappe au point de jonction de deux ruisseaux, on y prend généralement deux musaraignes, après quoi il faut changer de place.

Elle vit dans des galeries très compliquées s'ouvrant par de multiples trous sur le ruisseau ou la rivière qu'elle a choisi comme domaine. Très craintive, elle ne s'éloigne jamais beaucoup de ses terriers dans lesquels elle se cache au moindre danger. Cela explique qu'un animal aussi commun se voie si peu. Cependant, plusieurs pêcheurs m'ont raconté que, le soir, ayant du poisson dans un panier ou un filet près d'eux, ils avaient vu un petit animal noir s'approcher tout doucement.

La musaraigne d'eau est en effet très friande de poisson, c'est là le meilleur appât pour la prendre. J'en ai vu de noyées, dans des nasses. L'animal ayant vu des poissons, avait plongé pour les attaquer, et n'avait su retrouver l'ouverture de la nasse.

Je crois qu'on peut dire que le moindre ruisseau, dans le canton, possède sa musaraigne d'eau. J'en ai pris à Vidy dans tous les fossés, le long de la Chamberonne, le long des tourbières des marais de l'Orbe, aux Ormonts, aux Plans, tout le long de l'Avançon, etc., etc.

Dans ce dernier endroit, j'en ai pris plusieurs exemplaires au milieu des bois où de simples filets d'eau pouvaient à peine expliquer leur présence.

Elle est très commune aussi à Chexbres, dans le Foresta, à l'endroit où coule le sang des abattoirs.

Les exemplaires de montagne sont en général un peu plus petits que ceux de la plaine.

Quant à la captivité, le Crossopus fodiens la supporte fort bien. J'en ai eu des vivantes pendant bien longtemps. Elles allaient peu dans l'eau et vivaient sous terre. Leur nourriture consistait surtout en escargots, poissons, moineaux.

3. **Le carrelet.**

Sorex vulgaris (Linné).

Cette musaraigne est bien commune dans tout le canton. Aux environs de Lausanne, elle se trouve dans les bois, dans les plaines de Vidy, mais je n'en ai jamais trouvé près des habitations, où elle est remplacée par le *Leucodon araneus*. Elle se trouve notamment très souvent parmi les récoltes du taupier, car elle se promène beaucoup dans les galeries de l'Arvicola arvalis et vient se faire prendre de cette façon. Dans les Alpes, à partir de 900 à 1000 mètres, le Sorex vulgaris remplace complètement le Leucodon araneus, qui ne dépasse guère cette dernière altitude. Elle devient alors excessivement fréquente. Aux Plans, j'en ai pris un peu partout, de même qu'à Jaman, aux Ormonts, etc. Se tenant surtout dans les broussailles et dans les bois, elle ne dédaigne cependant pas les chalets. Ainsi j'en ai pris plusieurs dans les chalets de Nant, de Sangloz, ainsi que dans le Jura.

Les individus varient beaucoup de coloration. Cependant, je n'ai pas trouvé les deux variétés décrites par Fatio. Quelques individus rappelaient la variété *nuda* quant aux caractères de la queue et des pieds, mais ainsi que j'ai pu m'en convaincre aux dents, ce n'était que l'âge qui avait fait tomber le poil.

Quant à la variété dite *nigra*, j'ai trouvé dans le vallon de l'Hongrin un individu qui s'en rapprochait beaucoup, sans cependant en avoir la grande taille, ni le pelage aussi foncé.

Comme ses congénères, cette musaraigne supporte fort bien la captivité, pourvu qu'on lui donne suffisamment à manger.

4. La musaraigne des Alpes.

Sorex alpinus (Schinz).

Ce sorex est de beaucoup le plus rare dans notre canton. Il n'y avait pas même été signalé. Cependant, il y existe; j'en ai pris une dizaine, la plupart au bord de l'Avançon aux Plans, puis un dans les chalets de Jaman. Cependant, dans aucun endroit il ne se trouve en nombreuse compagnie.

Cette musaraigne semble avant tout rechercher le bord de l'eau et se trouve fréquemment avec le Crossopus fodiens.

Toutes celles que j'ai prises étaient très foncées, noires même sur le dos. Je n'en ai jamais vu de gris-ardoisé dans le canton.

La musaraigne pygmée.

Sorex pygmaeus.

Cette musaraigne n'était pas reconnue comme suisse par Fatio à l'époque où il a publié son volume sur les mammifères. Depuis, il l'a trouvée dans le canton de Saint-Gall (1900).

Je ne crois pas qu'elle existe dans notre canton.

5. Le leucode aranivore.

Leucodon araneus (Schreber).

Musaraigne ordinaire, mouzet.

Se trouve partout dans le canton, principalement autour des fermes, des fumiers et des jardins potagers. Elle sort de jour, ce qui fait qu'en automne surtout on la trouve fréquemment écrasée sur les routes. Les chats la tuent, mains ne la mangent pas. Elle est fréquente dans les plaines de Vidy, et j'ai eu plusieurs fois l'occasion de voir des nids de jeunes campagnols détruits par elle. C'est donc un animal très utile qui détruit dans les jardins une masse énorme de limaces et d'insectes.

Je n'ai jamais eu l'occasion de la trouver au-dessus de

1000 m., altitude à partir de laquelle elle est complètement remplacée par le Sorex vulgaris.

Les individus pris dans le canton ont tous la même coloration. J'ai reçu d'Alsace une variété rousse sur le dos, variété que je n'ai jamais rencontrée chez nous.

La captivité la rend très apprivoisée. Mais elle est trop vorace pour se reproduire, car une femelle portante que j'avais prise a immédiatement mangé ses petits quoiqu'elle eût une nourriture très abondante. Il est même difficile de garder deux individus ensemble, le plus fort mangeant généralement le plus faible. Elles semblent préférer la chair de leur semblable à tout autre douceur.

6. **Le leucode courte-queue.**

Leucodon microurus (Fatio).

Elle est excessivement rare. Je suis le premier à ma connaissance qui l'ait prise dans le canton.

J'en ai pris une au bord d'un ruisseau, à Vidy. Une seconde que j'ai trouvée écrasée au bord de l'étang d'Arnex. Enfin, j'en ai trouvé une troisième dans une récolte de taupier, récolte provenant également des plaines de Vidy.

Famille des ERINACIDÉS

7. **Le hérisson.**

Erinaceus europaeus (Linné).

Très commun partout; il suffit de sortir un soir du mois de juin, avec un chien qui s'y intéresse, pour en trouver plusieurs aux environs de Lausanne. Ainsi un soir, entre la gare de Renens et Cour, j'en ai ramassé quatre.

Je n'ai jamais eu l'occasion d'en trouver bien au-dessus de 1100 m., altitude des Plans où j'en ai vu souvent. Mais je ne crois pas qu'il monte beaucoup plus haut.

Il supporte fort bien la captivité, et s'apprivoise même assez facilement. Ceux que j'ai eu se montraient très friands de lait, moineaux, lézards, escargots, souris, etc.

Ordre des RONGEURS

Famille des SCIURIDÉS

8. L'écureuil.

Sciurus vulgaris (Linné).

Très commun dans tous les bois du canton. Il semble cependant plus particulièrement abondant à la montagne qu'à la plaine. Il m'a paru que la variété rouge était plus fréquente aux Plans que la variété noire. Il ne paraît guère s'élever à plus de 1500 m. dans notre canton.

9. La marmotte.

Arctomys marmota (Linné).

Cet intéressant rongeur devient très commun dans nos Alpes vaudoises. Je me suis laissé dire que, il y a quelque cinquante à soixante ans, les marmottes étaient beaucoup plus rares aux environs des Plans. De nombreuses colonies auraient passé le Pas-de-Cheville pour venir envahir notre pays. Le fait est qu'il est difficile de passer les pâturages d'Anzeindaz ou de l'Avare sans voir de ces charmants animaux. De l'Avare, ils sont montés jusqu'au pied du glacier de Plan-Névé, sur les flancs de l'Argentine, etc. De même, on en voit souvent en montant le chemin de Pont-de-Nant à la cabane Rambert, ou en se promenant du côté du glacier des Martinets.

Aux Ormonts également, on peut voir de nombreuses colonies dans le Creux-de-Champ, sur les flancs du Scex-Rouge, etc. On a essayé d'en introduire dans nos préalpes, dans la chaîne du mont Cray, notamment ; on m'a dit qu'elles y prospéraient ; cependant, elles y sont exposées à certains inconvénients : le printemps y commence plus vite que dans les hautes Alpes. Les marmottes s'y laissent tromper et sont souvent surprises par de brusques retours du froid.

Quant au pelage, j'ai observé des marmottes très rousses,

comme aussi de très foncées. Cependant, je crois que cette différence provient surtout de l'âge.

J'ai eu plusieurs marmottes en captivité; mais elles se sont toujours montrées de bien vilaine humeur, et je pense que les petits Savoyards qui en exhibaient de bien dressées devaient avoir consacré bien des heures à leur éducation.

J'ai eu l'occasion, en Italie, de voir attrapper de jeunes marmottes. Le procédé est des plus simples. Autour des terriers proprement dits, se trouvent ce que les petits Savoyards appellent de fausses boîtes. Ce sont des trous profonds d'un demi à un mètre que les marmottes creusent, je ne sais pour quelle raison.

Quand la famille est installée, se chauffant au soleil, les petits Savoyards s'élancent sur elle en criant. Les jeunes marmottes perdent alors la tête, et, au lieu de rentrer dans leur vrai terrier, très profond, elles s'élancent dans ces fausses boîtes où elles sont aisément capturées.

Famille des MYOXIDÉS

10. **Le Loir.**

Myoxus Glis (Albert Magn).

Grès (Alpes vaudoises).

Je ne crois pas que ce joli petit animal soit bien fréquent dans le canton. Dans les Alpes vaudoises, il semble diminuer, si j'en crois nos montagnards, qui tous le connaissent, mais disent ne plus en avoir vu depuis nombre d'années.

J'en ai attrapé plusieurs au-dessus des Plans. Il existe au Chêne, à Bex, dans les forêts de Vernand sur Lausanne, à La Côte, au pied du Jura, mais nulle part en grande abondance.

11. **Le lérot.**

Myoxus quercinus (Linné).

Cet animal est très peu connu, ce qui tient surtout au fait qu'il ne sort guère que de nuit, car il n'est pas rare dans le canton de Vaud. J'en ai attrapé beaucoup au-dessus

des Plans, sur les pentes du Scex à l'Aigle. Il existe aussi à Rovéréaz et évidemment encore en bien des endroits. Quoique son nom semble indiquer qu'il se nourrit de glands, il ne les mange pas volontiers, tandis qu'on le trouve toujours dans les forêts de hêtres. Je ne crois pas qu'il monte beaucoup au-dessus de 1200 m., au moins n'en ai-je jamais pris plus haut.

Il supporte fort bien la captivité; j'en ai eu pendant plus de deux ans un couple. La femelle a mis bas plusieurs fois, mais s'est toujours refusée à soigner ses petits.

Ils se nourrissent surtout de fruits et de pain, mais ils sont aussi très avides de viande; ainsi les miens tuaient les souris que j'introduisais dans leur cage et les mangeaient.

Et même en liberté, j'ai trouvé souvent des mulots pris dans des trappes pendant la nuit, qui étaient complètement rongés par les lérots.

12. **Le muscardin.**

Myoxus avellanarius (Linné).

Malagnou, souris rouge, souris de noisetiers, cendreintze (Alpes vaudoises).

Ce petit loir est bien connu, grâce à son habitude de se montrer à toute heure dans les buissons de noisetiers. Il est, des trois espèces du genre, de beaucoup la plus répandue. Il recherche le bord des eaux et accroche son petit nid rond dans les buissons de noisetiers, donnant sa préférence à ceux qui sont rendus plus touffus par la clématite. Aux environs de Lausanne, on en trouve le long de la Venoge, dans le bois d'Ecublens, dans les gorges de la Paudèze, etc.

Aux Plans, j'en ai trouvé jusqu'à 1400 m.

Il est à remarquer qu'il ne se tient jamais dans l'intérieur des forêts, mais à leur lisière, ou, plus souvent encore, dans les haies, les touffes de buissons, etc.

En captivité, il montre beaucoup de tendance à s'apprivoiser et se reproduit même assez aisément. J'en ai eu qui sont restés en cage pendant deux et même trois ans, sans

en souffrir le moins du monde. Ils aiment passionnément les noix et les châtaignes, ainsi que les pommes, les poires et autres fruits.

Famille des MURIDÉS

Tribu des MURINS

13. **Le surmulot.**

Mus decumanus (Pallas).

Ce rat, qui aura bientôt envahi la Suisse tout entière pour remplacer notre rat noir indigène, est fort répandu dans le canton.

A Lausanne, il a déjà détruit presque complètement son congénère. On m'a apporté de Chaucrau des rats noirs; mais, à part ceux-là, tous les rats pris en ville que j'ai eus entre les mains étaient des rats surmulots.

Il est en particulier excessivement commun dans le Flon, où il trouve naturellement une nourriture abondante. Il m'est arrivé à maintes reprises, en passant de nuit dans l'avenue de la Gare ou sur Saint-François, d'en voir courir de très gros devant moi.

Il s'est même répandu dans les campagnes des environs; ainsi il en a été pris un à Cour. M. Duplessis l'a trouvé dans les marais de l'Orbe.

Ce rat ne monte pas bien haut, et cependant, à Frenières, où, de mémoire d'homme, on n'avait vu un rat, depuis l'automne 1899 une invasion de surmulots a pris possession du village.

Ces animaux, m'a-t-on assuré, seraient arrivés du Chêne, dans un char de paille.

Le surmulot est certainement un des rongeurs intelligents. Il s'apprivoise très bien et supporte bien la captivité. J'ai fait de nombreux essais pour l'habituer à rester en cage avec le rat noir; mais la haine de race entre ces deux espèces est si invétérée que je n'ai jamais pu y réus-

sir. Le rat surmulot a toujours tué son camarade noir, même dans le cas où tous deux étaient tout jeunes.

14. Le rat noir.

Mus Rattus (Alb. Magnin).

Comme je l'ai dit à propos du rat précédent, cette espèce diminue beaucoup. Elle se trouve surtout dans nos campagnes, où elle vit souvent dehors à la façon des campagnols. Ainsi à Vidy, sous Lausanne, pendant l'automne 1899, le taupier en a pris deux familles entières, loin de toute habitation. J'ai pu voir leurs terriers, qui étaient énormes. Ces animaux avaient ravagé un plantage de choux.

Ils se rapprochaient du mus alexandrinus; car tous avaient de grosses marques blanches sous le ventre.

A Cour, le rat noir est encore fort commun, ainsi que dans bien des endroits du canton, quoique le surmulot tende de plus en plus à le supplanter. Je ne crois pas qu'il monte au-dessus de 800 à 900 m.

Quant à la captivité, il suffit de dire que tous les rats blancs dont on se sert dans les instituts de physiologie ou d'histologie sont des albinos du mus rattus, pour montrer combien cet animal la supporte aisément. Cette forme albine n'est du reste pas rare à l'état sauvage. On m'a apporté plusieurs fois de tels sujets pris dans des caves ou des égouts.

15. La souris.

Mus musculus (Linné).

Il est inutile de dire ici combien ce rongeur désagréable est répandu chez nous. Je citerai simplement le fait que j'ai souvent pris des souris fort loin des habitations, et que par conséquent elles ne se plaisent pas seulement dans nos maisons, mais qu'en plein champ elles trouvent d'excellentes conditions de développement. Ces souris de champs sont en général beaucoup plus jaunes ou fauves, se rapprochant déjà un peu du mulot. La souris de maison varie du reste

du gris-clair au gris presque noir. On m'a apporté un jour une jolie variété isabelle.

Je n'ai jamais pris de souris au-dessus de 1100 m., altitude des Plans, et, quoique j'aie tendu des trappes dans une quantité de pâturages, je n'ai jamais pris, en fait de rongeurs, que des campagnols ou des mulots.

La souris blanche est la variété albine de la souris commune. Je citerai en passant un fait curieux. Ayant croisé des souris blanches avec des souris sauvages, j'ai eu une fois un sujet complètement noir.

Ce mélanisme s'est du reste vite répandu, car, au bout de quelques générations et par sélection, je suis arrivé à former une race de souris noires qui s'est bien maintenue, sans remonter à ses origines grises ou blanches.

Ce fait est intéressant à signaler, car, comme Fatio l'a décrit, il existe à Poschiavo une espèce de souris qui diffère précisément de la nôtre par cette couleur noire, mais qui en outre a un pli palatin de plus que la souris ordinaire, ce que je n'ai jamais constaté chez les miennes.

Dans le troisième supplément aux mammifères suisses, Fatio décrit une race nègre de la souris ordinaire, trouvée à Sante-Maria (Grisons), qui par ses caractères se rapproche beaucoup de celle que j'ai obtenue en captivité.

16. **Le mulot.**

Mus sylvaticus (Linné).

La sauteuse (Vaud).

Le mulot est peut-être le rongeur le plus répandu dans le canton ; au moins est-ce l'espèce que j'ai le plus souvent trouvée prise dans mes trappes. Que ce soit à la plaine ou à la montagne, le moindre petit buisson possède son mulot. C'est une souris des bois et des ruisseaux, car il est rare d'en prendre en plein champ.

Il monte assez haut dans la montagne. J'en ai pris jusqu'à 1500 m., aux chalets de Sangloz, mais cela ne l'em-

pèche pas de remplir toutes les haies des environs de Lausanne.

Il m'est arrivé de prendre à la montagne des sujets d'un roux très foncé et caractéristique ; cela surtout le long des bords de l'Avançon. Les sujets de la montagne atteignent du reste souvent des dimensions considérables, beaucoup plus grandes que celles des plus forts sujets de la plaine.

J'ai souvent eu des mulots en captivité, et cela pendant fort longtemps, sans que jamais ces animaux se soient reproduits. Cependant, ayant pris une fois une femelle portante, celle-ci se décida pourtant à élever ses petits.

Le mulot est un animal très vorace qui n'hésite pas, s'il a faim, à se nourrir d'un de ses semblables. La haine entre souris et mulots est très forte. Cependant, élevés ensemble dès leur jeune âge, on peut arriver à les garder dans la même cage.

Tribu des ARVICOLINS

Le campagnol roussâtre.

Hypudæus glareolus Schreber).

Ce campagnol est commun dans tous nos bois. Mais ne se trouve pas dans les champs. Je ne l'ai jamais vu dans les [illegible] du taupier. C'est lui qui fait les taupinières qu'on trouve parmi la mousse et les feuilles mortes des [illegible]

[illegible] de l'eau, ainsi on en [illegible] entre Chexbres [illegible] souvent, tout le [illegible] de verne[illegible] m. Il est très [illegible] Sex à l'Aigle. [illegible] de jour. [illegible] campagnol qui [illegible] j'ai vu re[illegible] nourritu[illegible]

il préfère de beaucoup les petits fruits, les noisettes, les racines à l'herbe.

18. **Le campagnol amphibie.**

Arvicola amphibius (Linné).
Taupe grise (Canton de Vaud).

Commun dans tout le canton, à la plaine comme dans la montagne; mais nous ne possédons, comme dans le reste de la Suisse, que la variété dite terrestre. Il se trouve dans les champs, formant de grandes colonies, que l'on confond généralement avec celles de la taupe noire. Cependant, avec un peu d'habitude, les taupiers ne s'y trompent pas. Ils reconnaissent la taupinière du campagnol à son aspect irrégulier et à sa grandeur.

Le campagnol amphibie monte assez haut dans nos Alpes vaudoises. J'en ai capturé un grand nombre à 1900 mètres, au Plan Châtillon, au-dessus de Taveyannaz.

Ce campagnol varie beaucoup dans sa coloration; j'en ai pris de presque gris comme de roux tirant sur le jaune, mais, malgré de nombreuses recherches, je n'ai jamais trouvé dans le canton d'individus rappelant la variété spéciale qui habite le Hasli.

Ne l'ayant jamais pris vivant, je n'ai pas pu l'étudier en captivité, mais je pense que, comme ses congénères, il est bien susceptible de s'apprivoiser.

19. **Le campagnol des neiges.**

Arvicola nivalis (Martins).

C'est sans contredit une des plus jolies et des plus intéressantes espèces du genre. C'est la marmotte en petit. Comme elle, il aime les pâturages et les derniers gazons au pied des glaciers; comme elle, il creuse son terrier au pied d'un caillou ou d'un gros rocher, et, comme elle enfin, il se nourrit des fines plantes de nos Alpes.

On le trouve un peu partout dans nos Alpes vaudoises, à partir de 1400-1500 m. Il aime beaucoup à venir habiter

les chalets et les cabanes. Ainsi j'en ai pris dans la cabane de la Frête de Sailles l'année qui suivit son inauguration. Il est très abondant en particulier sur les pentes que l'on côtoie en allant du pâturage d'Ausannaz à celui de Sangloz.

Cette espèce semble varier très peu comme coloration et comme taille.

La captivité ne lui paraît pas pénible et il s'apprivoise aisément. J'en ai même vu en liberté, dans les chalets de Nant, venir manger du fromage dans la main du vacher.

20. **Le campagnol des champs.**
Arvicola arvalis (Pallas).

Ce campagnol est de beaucoup le plus répandu chez nous. Il me suffira de dire que dans la seule commune de Lausanne, depuis le milieu de septembre jusque vers la fin d'octobre, le taupier en prend plus de cent par jour. Certains champs bien habités finissent par être complètement dévastés. Ainsi, entre les bains de Cour et le Flon, on peut les voir courir en plein jour sans que les passants semblent les effrayer beaucoup. Les berges du Flon, faites de sable et couvertes de sainfoin, leur constituent une réserve excellente où ils sont à l'abri de l'humidité et de la disette.

Sur les plaines du Loup, j'ai vu des prés où l'on aurait eu de la peine à trouver un espace d'un décimètre carré qui ne possède son petit terrier.

Il faut remarquer toutefois que l'abondance de cette espèce est sujette à de grandes variations. Ainsi un temps de pluie un peu continu en fait périr une grande quantité. En Alsace, on a même remarqué une certaine périodicité dans l'apparition de ces rongeurs.

J'ai toujours trouvé dans les recoltes du taupier deux variétés. L'une, gris terne, rappelant l'Arvicola agrestis, l'autre d'un [illegible]. Entre ces deux extrêmes se placent une série [illegible].

A la montagne, l'Arvicola arvalis est beaucoup moins fréquent. Il est remplacé par l'Arvicola agrestis. Les quelques Arvicola arvalis que j'ai pris aux Plans se rapprochaient beaucoup de la variété décrite par Fatio sous le nom d'Arv. rufescente fuscus. J'ai pris la même variété au col de Jaman.

Ce campagnol, le plus petit du genre, supporte fort bien la captivité. J'ai pu en garder fort longtemps. Sa nourriture principale consiste en herbe et en racines. Son caractère est très doux; il ne cherche guère à s'enfuir.

21. **Le campagnol agreste.**

Arvicola agrestis (Linné).

Il faut distinguer dès l'abord deux variétés assez différentes par leur habitat. Celle de montagne et celle de plaine. Les campagnols agrestes de la plaine vivent de préférence dans les marais. Leurs nids sont bien connus des chasseurs dans les marais d'Orbe, où il y en a beaucoup. Ce sont de gros amas d'herbe sèche, posés à même le sol. C'est là une différence notable avec l'Arvicola arvalis, qui niche toujours sous terre.

Autour de Lausanne, on en trouve surtout au bord de la Chamberonne. Il y en a, par exemple, une jolie colonie dans le marais qui se trouve sur la rive droite, près de l'embouchure.

Chose curieuse, je n'ai trouvé que très exceptionnellement l'Arvicola agrestis dans les récoltes du taupier, ce qui prouve bien que cette espèce reste cantonnée dans les roseaux et ne vient pas se promener en plein champ.

L'Arvicola agrestis de montagne est généralement plus fort et plus gris que celui de la plaine. C'est lui qui remplace presque complètement l'Arvicola arvalis à partir d'une certaine altitude, 1500 m. environ.

Mais, fait à noter, tandis que la variété de la plaine recherche les marais et les lieux humides, la variété monta-

gnarde vit de préférence sur les pentes exposées au soleil. Ainsi on en trouve beaucoup sur les pentes qui descendent du Scex à l'Aigle sur les Plans. Il est du reste commun dans tous nos pâturages alpestres, mais toujours dans les endroits bien exposés au soleil et en pente. Je l'ai pris par exemple dans un endroit qui n'est pas vaudois, mais qui donnera une bonne idée de son habitat ; c'est sur la pente qui descend de la Grande Jumelle sur Lovenay, pente qu'on voit fort bien de Lausanne.

J'ai eu plusieurs fois des Arvicola agrestis en captivité avec des Arvicola arvalis. Ils faisaient très bon ménage, mais ne sont jamais reproduits. L'Arvicola agrestis se nourrit d'herbe presque exclusivement.

Famille des DUPLICIDENTÉS

22. Le lièvre commun.

Lepus timidus (Linné).

Ce gros rongeur est si connu qu'il y a fort peu de mots à en dire. Il est assez répandu dans tout le canton, sans être abondant nulle part. Les endroits les mieux favorisés m'ont paru être le pied du Jura, du côté de Baulmes notamment. Le lièvre ordinaire monte assez haut dans nos Alpes. J'en ai vu un à Anzeindaz, à 2000 m. d'altitude. L'introduction de lièvres allemands et autrichiens, plus gros, fera probablement varier un peu notre race indigène, qui est en butte à bien des ennemis, aux renards surtout.

Le lièvre est un animal peu apprivoisable. Je n'en ai eu qu'un seul en captivité, mais il s'est toujours montré d'humeur fort peu accommodante.

23. Le lièvre blanc.

Lepus variabilis (Pallas).

Le lièvre blanc habite nos Alpes vaudoises mais, n'est abondant nulle part. C'est une de ces espèces qui sont

condamnées à disparaître tôt ou tard. Il est moins craintif que le lièvre ordinaire ; ce dernier, après avoir été dérangé, parcourt souvent bien des kilomètres avant de se gîter à nouveau. Le lièvre blanc ne s'éloigne que de quelque 300 mètres de son gîte avant de s'arrêter. De plus, à l'altitude où il se trouve, il y a souvent de la neige fraîche, ce qui permet de suivre ses traces jusqu'à son gîte. J'ai vu des lièvres blancs à 2700 m., sur la Frête de Sailles, à l'Argentine, au Roc Percé, etc.

Le lapin de garenne.

Lepus cuniculus (Linné).

Ce joli petit animal ne fait malheureusement pas partie de notre faune cantonale. Je n'en parle que pour déplorer cette absence.

L'Etat fait chaque année, en effet, des frais assez considérables pour importer des lièvres qui se reproduisent si lentement qu'ils ne suffisent pas à fournir le gibier nécessaire pour satisfaire les chasseurs.

Celle du lapin sauvage est une des plus jolies chasses que je connaisse et sa chair vaut bien celle du lièvre. Pourquoi donc ne pas en introduire quelques paires dans le pays. Il y a tant d'endroits qui lui conviendraient parfaitement. On a beaucoup exagéré les dégâts de ce rongeur. Il est évident qu'en Allemagne, où, sur d'énormes espaces, ne chassent que deux ou trois chasseurs et pendant peu de temps encore, il peut se multiplier à foison. Cela d'autant mieux qu'en Allemagne, dans toutes les chasses, se trouvent des gardes qui exterminent les renards et autres carnassiers. Mais chez nous, où ces animaux sont communs, où, de plus, le nombre des chasseurs est considérable, la multiplication du lapin serait très vite enrayée, sinon supprimée.

Ordre des CARNIVORES

Famille des FÉLIDÉS

24. Le chat sauvage.

Felis catus.

Le chat sauvage peut être considéré comme une des espèces qu'il faudra bientôt rayer de notre liste. Ici ou là on trouve de beaux chats dans les bois. J'ai moi-même trouvé une nichée de petits chats tigrés dans un tronc d'arbre sur le Suchet, mais ce ne sont que des produits de chats domestiques vivant à l'état sauvage.

Il est du reste très difficile de distinguer le vrai chat sauvage du chat domestique redevenu sauvage. On signale cependant, ici ou là, presque chaque année, la prise d'un *Felis catus*. Pendant l'automne 1900, par exemple, il en a été tué un dans le canton de Fribourg, le long de la Sarine. Ce chat est maintenant au Musée de Fribourg; puis un second, au pied du Jura, du côté d'Aubonne.

Le lynx.

Felis lynx (Linné).

Le lynx a disparu de notre canton et ne tardera pas à disparaître complètement de la Suisse.

Le dernier lynx tiré dans le canton doit être celui qui fut tué vers 1830 par un chasseur de l'Etivaz nommé Abram Martin. Voilà ce que m'en a dit Josué Henchoz, un des plus vieux chasseurs du Pays-d'Enhaut :

« Ce beau coup de fusil fut fait au-dessus de la forêt du Pissot, au bord occidental du pâturage de Plana-Raveyre. Il y avait deux lynx, mais le chasseur n'avait qu'un fusil simple; on ne sait pas ce que devint l'animal survivant. »

Famille des CANIDÉS

Le loup.

Canis lupus (Linné).

Voilà encore une espèce qui est bien près de disparaître. Peut-être que de temps en temps, dans des hivers rigoureux, quelque loup apparaît dans le Jura, venant des forêts du Risoux, où, dit-on, il se trouve encore.

Pour le dernier loup tiré dans le canton, j'ai reçu du même Josué Henchoz les renseignements suivants :

« Il a été tué au Pays-d'Enhaut, le 2 juin 1842, par mon père, dans un passage appelé le Creux-aux-Lappés ou Lappellayre, entre la Tête de Lavanchy et les rochers de l'Audallaz. Le loup sortait de la susdite tête. Agé de 15 ½ ans, j'assistais à l'action, mais mon rôle était peu brillant. Il consistait à tirer des coups d'un vieux pistolet pour contribuer à faire sortir la bête. Elle reçut au passage un coup de chevrotines tiré de loin qui lui cassa les reins et lui fit plusieurs autres blessures. Sans prendre le temps de recharger son fusil, le chasseur courut sur la bête qui se roulait en hurlant. Il lui enfonça dans la gueule au moins un pied de son canon et lutta avec elle jusqu'au moment où des camarades arrivèrent. Le loup fut achevé d'un coup. »

25. Le renard.

Canis vulpes (Linné).

Le renard, lui, est loin de disparaître. Il infeste tout le canton. C'est le pire ennemi de notre gibier. Si en Allemagne il y a beaucoup de lièvres, il faut attribuer ce fait en tout premier lieu à la rareté du renard. Aux environs immédiats de Lausanne, il s'en trouve beaucoup; ainsi dans les bois de Malley, de la Bourdonnette. J'ai même vu un terrier habité à 500 pas du village de Chavannes. Les renards sont excessivement hardis. Pendant l'été 1900, ils

n'ont pas pris moins de 11 chats dans le village de Frenières, dont plusieurs en plein jour.

Cet animal monte très haut dans nos Alpes. J'en ai vu passer un sur le Col des Esserts, à 2100 m.

Les jeunes renards s'élèvent assez bien, mais je n'en ai cependant jamais vu de bien apprivoisé. Ils deviennent toujours méchants en vieillissant.

Famille des URSIDÉS

L'ours brun.

Ursus Arctos (Linné).

Encore une espèce disparue du canton. Un des derniers tiré le fut aux Paccots, dans la vallée de Gérignoz, vers 1830.

Il en a été tiré deux depuis, l'un du côté du Marchairuz, l'autre vers 1840, au-dessus de Mont-la-Ville.

Famille des MUSTÉLIDÉS

Tribu des MÉLINS

96. **Le blaireau.**

Meles taxus (Schreber).

Le blaireau est assez commun, mais se voit rarement à cause de ses mœurs nocturnes.

On peut en voir des terriers non loin de Lausanne, aux bois de la Bourdonnette et de Cery notamment. Il en a du reste été assommé un sur Montbenon pendant le mois de septembre 1900. Le long du pied du Jura, on peut en voir assez souvent à la tombée de la nuit.

Le blaireau monte assez haut dans les Alpes. J'en ai vu un au-dessous du pâturage de Sangloz, à 1600 m. Un fait intéressant à signaler est que cet animal fait des trajets

énormes. Ainsi, j'ai trouvé devant le terrier d'un blaireau, au-dessus des Plans, des grappes de raisin que cet animal avait dû aller chercher à une distance minimum de 5-6 kilomètres. M. Roux me cite de plus que les blaireaux habitant la Denariaz, pâturage du versant neuchâtelois du Chasseron, vont aux vignes de Novalles et Vugelles, donc plus loin encore, ainsi que l'ont montré des traces évidentes relevées sur une neige précoce.

Tribu des MUSTELINS

27. **La marte.**

Martes abietum (Alb. Magnin).

La marte est assez répandue dans les forêts du canton, où elle remplace en grande partie la fouine. On m'en a envoyé des exemplaires de La Chaux, du bois de Vernand, et surtout beaucoup des Plans, altitude où, semble-t-il, la fouine se voit moins souvent.

Un des gardes-chasse du district d'Aigle ayant trouvé de jeunes martes dans une tronc d'arbre, les fit élever par une chatte. J'ai vu ces jeunes animaux qui avaient l'air très apprivoisés.

Le crâne des martes des Alpes, d'après une douzaine d'exemplaires que j'ai pu me procurer, me semble un peu plus allongé que celui des martes du Jura. Il se rapprocherait, par ce caractère, un peu de celui de la fouine.

28. **La fouine.**

Martes foina (Brisson).

La fouine est très répandue dans le canton. Elle se trouve surtout près des habitations. A Cour sous Lausanne, il n'y a presque pas de ferme qui n'en possède une ou deux. Ainsi dans l'une d'elles, pendant l'hiver 1896, un paysan ne captura pas moins de dix de ces animaux.

Aux Plans, comme je l'ai dit plus haut, la fouine est

inconnue. Je ne sais si elle se trouve sûrement dans d'autres parties des Alpes vaudoises.

J'ai vu plusieurs fois des fouines en captivité. J'en ai même vu une si apprivoisée que, lâchée comme un chat, elle ne s'éloignait pas de son maître.

29. **Le putois.**

Fœtorius Putorius (Linné.)

Le putois n'est pas très fréquent chez nous, ou du moins on n'en voit pas très souvent. Il habite les endroits marécageux, et loge volontiers dans de vieux troncs de saule. Il y en a quelques-uns à Vidy. J'en ai vu aussi aux marais d'Orbe, ou, au dire des vieux chasseurs, il était plus fréquent autrefois. M. B., instituteur à Orny, qui a pu en prendre quelques-uns, a eu l'obligeance de m'envoyer quelques crânes provenant des bords du Nozon.

Le putois est voisin du furet (Fœtorius furo), employé en Allemagne, en Angleterre et en France à la chasse du lapin. Ces deux espèces se croisent volontiers. J'ai élevé de ces métis, qui se reproduisent facilement et arrivent à être très doux et privés.

30. **L'hermine.**

Fœtorius Ermineu (Linné).

L'hermine, connue chez nous à tort sous le nom de belette, est très commune dans le canton. On en voit très souvent aux environs de Lausanne, même tout près des habitations. Elle habite les vieux murs, mais ne dédaigne pas non plus les terriers des campagnols.

L'hermine monte très haut dans les Alpes. J'en ai pris deux à la cabane Rambert, où elles faisaient la chasse aux campagnols des neiges. J'en ai tiré aussi au-dessus de Nant et d'Auzannaz.

Je n'ai jamais pu me procurer d'hermine vivante, mais

c'est un animal qui devient très familier, témoin les Romains, qui s'en servaient en guise de chats.

31. La belette.
Fœtorius Pusillus (And. et Bach.).

La belette est beaucoup plus rare que l'hermine. Cependant, le taupier m'en a apporté plusieurs fois qu'il avait prises dans des terriers de campagnols. A ce titre, la belette mériterait une certaine protection, car elle détruit beaucoup de petits rongeurs. Grâce à la petitesse de sa taille, elle peut se glisser dans les terriers de ces animaux et leur faire une chasse acharnée.

Elle monte assez haut dans les Alpes; ainsi j'en ai vu une à la pointe de Savoleires, à 2500 m.

Tribu des LOUTRINS

32. La loutre.
Lutra vulgaris (Erxl.).

La loutre est beaucoup plus répandue qu'on ne le croit généralement, et l'énorme prime que l'Etat accorde aux chasseurs (40 fr.) pour la destruction de cette espèce n'a pas fait diminuer le nombre d'une manière très sensible.

En 1897, il en a été tué une à Vidy. M. B., à Orny, en prend chaque hiver quelques-unes aux marais d'Orbe.

Le Rhône aussi en possède un certain nombre. Ce qui explique, dans une certaine mesure, que la loutre subsiste encore malgré la chasse acharnée dont elle est l'objet, c'est le fait qu'elle niche dans des endroits très cachés, souvent presque inaccessibles, et qu'elle sort surtout de nuit.

Il y en avait une famille, il y a deux ans, dans une des tourbières du marais d'Orbe, qui avait son terrier dans une langue de terrain à laquelle il était impossible d'arriver, soit à pied, soit en bateau. Les chiens eux-mêmes n'y pouvaient arriver, à cause de l'épaisse couche de vase qui entourait ce repaire.

Ordre des PACHYDERMES

Famille des SUINIDÉS

33. **Le sanglier ordinaire.**

Sus Scrofa (Linné).

Le sanglier n'habite plus notre canton. On entend parler de temps en temps d'un individu isolé qui est aperçu ici ou là, mais qui n'est guère là qu'en passage, venant de France.

Je me rappelle cependant que, vers 1880, il y en avait une famille qui fut aperçue pendant une dizaine de jours aux environs d'Orbe, et qui fit faire de beaux rêves à bien des chasseurs.

Ordre des RUMINANTS

Famille des CAVICORNIDÉS

34. **Le chamois.**

Capella rupicapra (Linné).

Grâce aux nombreuses mesures de protection qui l'entourent, ce gracieux animal est encore assez répandu dans nos Alpes vaudoises. On en voit passablement dans la chaîne de Cray ; mais il est surtout abondant dans la région qui s'étend du Chaussy aux Dents-de-Morcles. Grâce à l'établissement du district franc, il est presque impossible de se promener aux environs des glaciers de Plan-Névé ou de Paneyrossaz sans en voir quelques-uns.

Dans le chaînon de l'Argentine, j'ai pu en voir un jour un troupeau qui n'avait pas moins d'une trentaine de têtes.

Pour voir des chamois, il est important de partir de très bonne heure ; car, dès que la chaleur commence à se faire

sentir, ces animaux se retirent dans des rochers à l'ombre, d'où ils ne bougent plus jusqu'au soir.

Le chamois s'apprivoise très bien s'il est pris tout jeune. Elevé avec des chèvres, en liberté, il ne s'éloigne plus et les suit fidèlement au pâturage.

Les vieux mâles, chassés par de plus jeunes, se retirent dans les forêts, où ils passent tout l'été.

Ainsi, pendant les étés 1898 et 1899, un de ces parias est resté continuellement autour du Scex-à-l'Aigle, au-dessus des Plans.

Famille des CERVIDÉS

35. **Le chevreuil.**

Cervus capreolus (Linné).

Grâce aux nombreuses mesures de protection qui l'entourent, cet animal commence à devenir assez fréquent dans le canton, sans cependant être nulle part bien abondant. Aujourd'hui, sa diminution ne peut être niée pour le pied du Jura, où on le voyait le plus fréquemment. La surlangue des trois ou quatre derniers étés y est-elle pour quelque chose?

On en signale chaque année quelques-uns dans les bois du plateau et dans ceux du Jorat.

Dans les Alpes, on n'en voyait point il y a un certain temps; mais son introduction artificielle semble avoir assez bien réussi. J'en ai reconnu quelques traces aux environs des Plans.

PÊCHE DE LA FÉRA DANS LE LÉMAN

NOTES STATISTIQUES

PAR

F.-A. FOREL

Jusqu'aux dernières années la pêche de la Féra se pratiquait dans le Léman essentiellement au moyen du *grand-filet* et de l'*étole*. Depuis 1896, un nouvel engin a été introduit qui a ranimé, en l'excitant beaucoup, l'industrie de la pêche dans notre lac. De très grands filets rectangulaires, tendus verticalement au-dessous de bouées de surface, capturent pendant la nuit les grosses Féras, dont les troupes se promènent en plein lac dans les couches supérieures; ces *pics* comme on les nomme, ont jusqu'à 25 m. de haut et 160 m. de long. La pêche est devenue si fructueuse que le prix de la Féra a baissé de moitié et a passé de 1 fr. 20 la livre à 60 centimes et même moins.

Mais ne risque-t-on pas de dépeupler le lac? Jusqu'à présent il n'y paraît pas. Les marchands de poisson et les pêcheurs ne signalent pas encore de diminution dans la quantité des Féras versées sur le marché. Espérons qu'ils ont raison dans leur optimisme; mais notons cependant que si la quantité totale des poissons capturés reste peut-être la même, le nombre des pêcheurs, d'une part, le nombre des engins, d'autre part, ont sensiblement augmenté; que la poursuite est par conséquent devenue plus ardente

et plus efficace; que par conséquent le même produit de la pêche doit impliquer une diminution des réserves.

Il serait fort désirable qu'une statistique attentive permît de surveiller cette réserve de poissons dont l'importance économique est considérable. La Féra est un excellent poisson d'alimentation; la pêche de la Féra est une des bonnes industries ouvertes à nos riverains. Ne tuons pas la poule aux œufs d'or.

Je voudrais demander à tous ceux qui ont quelques documents sur la pêche dans notre lac de me les communiquer. Je les publierai pour les porter à la connaissance du public intéressé. Voici, en attendant, quelques notes sur ces questions dont quelques-unes ont une réelle importance.

1° *Permis de pêche délivrés dans les eaux vaudoises.*

	Grande pêche.	Petite pêche.	Total.
1886	26	117	143
1887	23	121	144
1888	20	121	141
1889	20	121	141
1890	17	131	148
1891	20	120	140
1892	27	111	138
1893	21	123	144
1894	22	107	129
1895	19	125	144
1896	17	122	139
1897	17	135	152
1898	14	148	162
1899	19	166	185

Le permis de petite pêche autorise l'usage du tramail, de l'étole, de la goujonnière, des fils dormants et traînants, de la nasse. Le permis de grande pêche autorise en plus l'usage du grand-filet, de la gropeyre et de la monte.

e pic rentre dans les filets dont l'usage est autorisé avec : permis de petite pêche.

On voit que ce sont les permis de petite pêche dont le nombre s'est considérablement accru dans les dernières années; de 1886 à 1896, le nombre moyen en était de 120; dans les trois dernières années, il s'est élevé à 135, 148 et 166.

Dans le district de Morges, le nombre des permis de petite pêche qui était de 19 en moyenne, de 1886 à 1896, s'est élevé dans les quatre dernières années à :

1897.	25
1898.	25
1899.	25
1900.	38

Accroissement de 32 et de 47 %.

2° *Commerce du poisson de la Suisse avec la France. Poisson frais. (Statistique suisse.)*[1]

IMPORTATION DE FRANCE EN SUISSE.

1897	298,200 kg.,	valant	626,200 fr.
1898	289,400 »	»	636,680 »
1899	274,400 »	»	603,680 »

EXPORTATION DE SUISSE EN FRANCE.

1897	269,900 kg.,	valant	417,585 fr.
1898	276,300 »	»	446,412 »
1899	271,800 »	»	451,929 »

Les bureaux d'importation sont ceux de St-Gingolph, Bouveret, Villeneuve, Montreux, Vevey, Cully, Lausanne-Ouchy, Morges, Rolle, Nyon, Versoix, Genève, Hermance[2].

[1] Les statistiques nos 2 à 4 m'ont été communiquées par M. Ernest Muret, adjoint à l'inspection fédérale des forêts.

[2] Statistique commerciale de la Suisse, 1877-1879.

Je ne vois pas trop ce qu'on peut tirer de cette statistique, pour la question qui nous occupe, si ce n'est que le chiffre d'affaires semble assez important.

3° *Quantité de poisson expédiée de Savoie en Suisse. (Statistique française.)*

1881	58,933 kg.	1890	54,456 kg.
1882	45,989 »	1891	62,544 »
1883	71,607 »	1892	48,638 »
1884	62,695 »	1893	63,463 »
1885	57,278 »	1894	50,522 »
1886	50,782 »	1895	66,043 »
1887	30,870 »	1896	. . . .
1888	40,756 »	1897	122,468 »
1889	57,337 »	1898	107,736 »

Il est évident que dans les deux dernières années la quantité de poisson expédiée de Savoie en Suisse s'est beaucoup accrue, mais qu'il y a eu baisse sensible de 1898 sur 1897[1].

4° *Poisson capturé dans les eaux françaises du Léman.*

(Poissons expédiés en Suisse, les poissons consommés sur place n'y figurent pas.)

	1897	1898
Féras . . .	83,699 kg.	68,726 kg.
Lottes . . .	12,669 »	7,476 »
Ombles . . .	13,736 »	12,495 »
Perches . . .	4,272 »	6,331 »
Truites . . .	4,769 »	4,032 »
Brochets . .	372 »	449 »
Carpes et p^n blanc	2,981 »	3,227 »
	122,468 kg.	102,736 kg.

Pour ce qui concerne la Féra, la décroissance est manifeste de 1897 à 1898.

[1] *Revue des Eaux et Forêts*, 1899, p. 527.

L'auteur de la *Revue des Eaux et Forêts*, d'où nous tirons ces chiffres, fait le calcul suivant. Si pour tenir compte du poisson consommé sur place nous élevons ces chiffres de 50 %, nous obtenons une production annuelle de 150 à 160000 kilogrammes de poissons, soit par hectare du lac 6 à 7 kg. de poissons, valant 8 à 10 fr.

Le nombre des licences de pêche délivrées en Savoie pour le Léman s'élève à 400 environ [1]

5° *Statistique de MM. Lugrin frères, à Genève.*

Ces messieurs qui dirigent le plus grand commerce de poisson de Genève, ont eu l'obligeance de faire le relevé de leurs achats de poissons faits directement aux pêcheurs du Léman en 1899 (de février 1899 à février 1900) et de m'autoriser à le publier. Pour la valeur du poisson, qui est variable avec les saisons, c'est un prix de vente moyen :

Féras . . .	115,000 kg.	à	fr.	1.10,	valant	fr.	126,500
Truites. . .	3,950	»	»	4.—	»	»	15,800
Ombles chevaliers . . .	12,000	»	»	2.50	»	»	30,000
Perches, lottes, brochets .	22,000	»	»	1.20	»	»	26,400
	152,950 kg.					fr.	198,700

[1] *Revue des Eaux et Forêts*, 1899, p. 527.

LE CLIMAT DE LA HAUTE-SAVOIE

PAR

C. BÜHRER

Le département français de la Haute-Savoie comprend toute la partie septentrionale des Alpes françaises, entre le massif du Mont-Blanc, le lac Léman et le Rhône. De son point culminant, situé à son extrémité orientale, le terrain s'incline graduellement à l'ouest vers le cours du Rhône, s'abaissant de 4810 m. à environ 250 m. Sa superficie est de 4312 kilomètres carrés, soit d'un tiers de plus que le canton de Vaud.

Presque toute la Savoie est occupée par des massifs de montagnes alignées dans la direction générale du sud-ouest au nord-est, c'est-à-dire parallèle à l'axe du Jura, formant une transition naturelle entre cette chaîne et les Alpes.

La chaîne du Mont-Blanc a une faible largeur de base et ne possède pas cette puissance de contreforts qui caractérise quelques massifs alpins de la Suisse, ce qui l'empêche d'être un centre de rayonnement d'eaux, malgré la quantité de neiges et de glaces qui la recouvrent. D'après E. Reclus, on peut évaluer la masse cristallisée qui s'incline vers la vallée de Chamonix à 7 milliards 580 millions de mètres cubes d'eau, quantité suffisante pour alimenter le débit constant du Rhône sous le pont de Beaucaire pendant 50 jours. Sur les 282 kilomètres carrés de

glace que comprend, d'après le même auteur, la superficie du Mont-Blanc, le versant français en a 168.

L'écoulement des eaux suit la pente naturelle du terrain et a lieu à l'ouest et au nord-ouest. L'Arve, le plus important cours d'eau, prend sa source sur les frontières du Valais, au col de Balme. Elle coule d'abord au sud-ouest, recueille, dans la vallée de Chamonix, toutes les eaux des glaciers du massif du Mont-Blanc et d'une partie des Alpes du Faucigny. Depuis le village des Houches elle tourne brusquement au nord-ouest; près de Sallanches et de Cluses elle traverse d'anciens lacs comblés par ses alluvions, et après un parcours d'environ 80 kilomètres, se jette dans le Rhône près de Genève.

Quelques rivières et torrents ont creusé d'étroits et profonds sillons, comme le Giffre, affluent de l'Arve, et la Dranse, tributaire du lac Léman. D'autres cours d'eau, comme le Fier, drainant les eaux du lac d'Annecy, et son affluent le Chéran, ont taillé des vallées largement ouvertes.

* * *

Les stations météorologiques sont très bien réparties sur les diverses contrées du pays; un certain nombre se trouvent le long de l'Arve et dans ses vallées latérales : *Saint-Julien* (465 m.) et *Annemasse* (436 m.), près de la frontière genevoise; *Bonneville* (450 m.), à 27 kilomètres en amont; *Sallanches* (545 m.), 32 kilomètres plus haut, et *Chamonix* (1050 m.), au pied du Mont-Blanc. Le sommet de cette montagne porte depuis quelques années un observatoire qui, jusqu'à ce jour, ne paraît pas avoir rendu de grands services. Il n'en est pas de même de ceux installés par M. J. Vallot *aux Bosses*, à 4359 m. d'altitude, *aux Grands Mulets*, à 3021 m., et à Chamonix à 1088 m. Dans une vallée latérale, au sud de Sallanches, nous avons *Les Contamines* (1184 m.), au pied des glaciers de Miage et de Frélatête. Sur le cours du Giffre, *Samoëns* (699 m.) et

l'ancienne abbaye de *Mélan* (633 m.), près de Taninges. En remontant le Foron, nous atteignons, déjà sur le versant de la Dranse, *Les Gets*, à 1162 m. La vallée de la Dranse possède une station au *Biot*, à 822 m.

Sur les bords du lac Léman, nous avons les stations de *Saint-Gingolph*, *Evian* et *Thonon* (435 m.), et *Douvaine* (428 m.), entre le lac et les Voirons.

Plusieurs stations sont établies sur le cours du Fier et ses vallées latérales : *Thônes* (625 m.), à quelques kilomètres de sa source ; *Annecy* (453 m.), chef-lieu du département, à l'extrémité septentrionale du lac d'Annecy ; *Talloires* (478 m.), sur la rive orientale du même lac ; *Faverges* (507 m.) et *Seythenex* (712 m.), sur l'Eau-Morte, affluent de l'extrémité méridionale du lac d'Annecy, le couvent de *Tamié* (893 m.), au pied de la Belle-Etoile.

La station de *Rumilly* (334 m.) se trouve sur le Chéran, affluent du Fier. *Cruseilles* (790 m.) est situé dans la vallée des Grandes Usses, qui s'ouvre sur le Rhône près de *Seyssel* (259 m.).

Près des sources de l'Arly, l'affluent le plus septentrional du bassin de l'Isère, nous avons encore la station de *Megève*, à 1113 m. d'altitude.

Ce réseau est complété par une station de montagne, sur le pic du *Semnoz* (1650 m.), entre la vallée du Chéran et le lac d'Annecy. Au versant sud du Semnoz, enfin, se trouve *Leschaux* (931 m.) [1].

La forte inclinaison du terrain d'est à ouest fait de la Haute-Savoie un terrain bien arrosé de pluies, en même

[1] La plupart de ces stations ne consignent que des observations pluviométriques. Annecy, Mélan et Bonneville possèdent des stations météorologiques complètes. De Talloires, Douvaine et Chamonix nous avons en outre la température moyenne de quelques années, de Leschaux et du Semnoz la pression de l'air et les températures extrêmes.

Le service météorologique de la Haute-Savoie a été inauguré en 1876 ; plusieurs stations montrent malheureusement de nombreuses lacunes dans leurs observations.

temps que son altitude et son relief se répercutent dans les extrêmes de température. Aussi, la végétation est-elle en complète harmonie avec les particularités du climat. Dans les vallées et sur les pentes inférieures des montagnes, sur les collines avoisinant le lac Léman, on cultive le tabac et la vigne. De grandes étendues sont couvertes de châtaigniers; le noyer prospère jusqu'à près de 900 m. Les céréales sont peu cultivées. La surface utilisable pour les cultures, la moitié environ du territoire, consiste surtout en prairies naturelles.

Néanmoins, les productions agricoles, l'élève du bétail, la fabrication du fromage, etc., suffisent pour nourrir une population relativement considérable, supérieure à la moyenne de la France.

Les forêts ne se distinguent pas de celles des autres régions voisines du lac Léman. Le hêtre se rencontre jusqu'à 1200 m., l'érable monte à 1600 m.; plus haut, le sapin *(Abies pectinata)* et l'épicéa *(A. excelsa)* couvrent les pentes jusqu'à 1800 et 1900 m. La limite supérieure de la végétation, sur les versants orientés au sud, s'arrête à 3000 m. environ.

La pression de l'air.

La hauteur moyenne du baromètre est à Annecy de $723^{mm}6$, à Mélan de $707^{mm}2$, à Leschaux de $682^{mm}0$ et au Semnoz de $624^{mm}9$. Dans les mois de juillet à octobre, la hauteur moyenne a été trouvée à Chamonix (1088 m.) de $671^{mm}2$, aux Grands Mulets (3021 m.) $532^{mm}9$ et aux Bosses (4359 m.) $447^{mm}2$.

Hauteur du baromètre à Annecy, à 9 heures du matin.

700 mm. +

	1876	1877	1878	1880	1881	1882	1883	1884	1885	1886	1887	1888
Janvier	27,3	24,1	26,4	30,2	17,3	35,8	22,7	29,5	21,7	16,6	22,3	27,9
Février	22,3	24,1	30,1	23,9	20,5	32,1	27,8	24,5	21,7	23,3	27,8	17,4
Mars	17,6	17,2	23,8	25,5	22,1	25,1	17,1	21,4	23,8	20,6	22,7	16,7
Avril	19,9	16,8	19,6	19,1	18,1	20,4	20,6	15,7	16,6	21,3	19,9	18,7
Mai	21,4	20,1	21,0	20,7	23,5	22,9	21,2	24,7	21,4	23,5	22,3	—
Juin	21,3	25,0	22,7	22,0	22,6	24,1	23,1	23,8	24,2	22,2	25,1	22,7
Juillet	24,9	24,7	23,3	23,9	25,4	23,3	23,1	26,0	26,4	24,3	24,8	22,3
Août	23,9	23,6	21,1	21,7	23,6	24,7	26,3	25,4	23,4	24,9	23,3	25,9
Sept.	22,7	23,4	23,3	24,8	23,1	20,9	22,8	26,2	24,7	29,4	23,4	26,1
Octobre	22,3	25,0	21,6	21,6	19,5	21,7	25,0	25,5	19,8	22,6	23,1	25,7
Nov.	22,4	21,6	17,7	24,2	28,8	20,8	24,1	26,5	21,7	23,3	16,9	24,5
Déc.	16,3	24,0	17,3	26,0	25,5	19,3	25,7	22,5	27,1	18,4	20,7	26,5
Moyenne annuelle	21,9	22,5	22,3	23,6	22,5	24,3	23,4	24,3	22,7	22,5	22,8	23,0

	1889	1890	1891	1893	1894	1895	1896	1897	1898	1899	Moyen. mens.
Janvier	26,0	26,7	25,1	23,8	26,8	17,8	31,2	21,7	32,6	23,5	25,3
Février	20,8	23,8	32,2	23,2	30,6	21,1	32,0	30,5	24,2	22,9	25,3
Mars	22,1	19,2	20,1	28,2	25,5	20,9	24,6	22,3	17,4	24,0	21,7
Avril	17,6	17,2	20,3	26,1	22,6	22,7	26,0	20,0	—	22,3	20,1
Mai	20,6	18,0	19,5	24,7	22.6	24,9	24,6	20,7	—	23,0	22,1
Juin	23,3	24,5	23,0	24,7	27,2	26,2	25,0	25,5	22,7	23,0	23,8
Juillet	24,7	23,1	24,1	24,8	26,4	25,8	—	23,3	24,4	26,0	24,5
Août	26,3	22,5	23,8	27,2	27,5	27,3	25,9	24,8	25,2	25,1	24,7
Sept.	25,4	27,4	26,9	25,1	27,1	—	25,4	24,3	25,4	22,9	24,8
Octobre	21,4	26,6	21,9	27,2	25,2	23,4	23,0	25,1	21,0	25,7	23,4
Nov.	30,4	22,3	23,0	26,8	28,6	26,4	25,4	—	20,9	29,0	24,1
Déc.	27,3	20,6	29,1	28,0	28,4	22,6	25,3	26,8	29,5	21,3	24,0
Moyenne annuelle	23,8	22,7	24,1	25,8	26,5	23,7	26,2	23,9	23,8	24,1	23,6

Hauteur du baromètre à Mélan, à 9 heures du matin.

	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	1883	1884	1885	1886	1887	1888	1889	1890	1891	Moyennes mensuelles
Janvier	712,0	709,1	710,8	714,2	702,3	717,8	704,4	713,8	706,1	701,6	708,4	712,4	709,1	711,3	709,0	709,2
Février	707,0	708,6	714,3	707,4	705,1	715,0	715,5	708,8	705,8	707,5	712,3	702,0	703,8	707,9	716,0	709,1
Mars	701,4	701,9	707,5	709,8	706,6	709,2	701,6	706,1	705,1	706,6	707,9	698,5	705,0	704,7	691,3	704,2
Avril	704,4	701,4	703,8	703,5	703,6	704,3	701,6	700,5	701,1	705,0	704,1	703,8	699,7	706,2	704,8	703,4
Mai	705,7	704,7	705,7	704,9	708,0	707,3	705,6	707,8	705,3	707,2	706,1	708,3	704,4	703,0	—	706,0
Juin	706,1	709,4	707,3	706,4	707,2	708,3	707,0	706,6	707,8	706,2	709,6	707,1	706,8	709,5	707,6	707,5
Juillet	709,9	709,2	708,0	708,3	710,1	707,3	707,8	709,0	709,9	708,3	709,3	706,4	708,0	708,2	708,3	707,9
Août	709,7	708,4	706,5	705,9	707,3	708,4	709,7	708,7	706,1	708,5	707,8	710,6	—	707,6	708,3	708,1
Septemb.	707,7	708,0	708,5	709,2	707,8	705,1	706,6	709,5	708,2	709,9	707,9	710,4	—	711,9	710,9	708,7
Octobre	707,3	709,4	706,4	706,0	705,4	705,9	709,1	709,9	703,7	707,1	707,7	709,1	—	—	705,7	707,1
Novemb.	706,1	706,2	702,6	708,4	712,4	705,6	708,4	710,7	705,9	707,6	701,8	710,7	—	706,1	706,0	707,0
Décembre	701,5	708,5	703,0	710,4	709,7	703,9	710,2	706,5	710,4	703,2	705,3	709,5	—	704,8	712,6	707,1
Moyennes annuelles	706,6	707,1	707,0	707,9	707,1	708,2	707,8	708,2	706,3	706,6	707,4	707,4	706,2	707,4	707,2	707,2

Hauteur du baromètre à Leschaux.

600 +

	1882	1883	1884	1885	1886	1887	1888	1889	1890	1891	Moyen. mens.
Janvier	91,0	81,4	87,5	73,0	79,5	91,3	85,6	83,0	85,9	80,8	83,4
Février	77,9	86,0	82,6	80,1	79,8	85,6	79,3	78,6	82,4	87,2	82,0
Mars	83,6	75,5	80,2	79,1	—	81,1	75,9	79,5	79,1	79,2	79,2
Avril	78,8	79,0	74,7	75,7	79,8	79,1	78,4	76,3	77,9	78,4	77,8
Mai	82,3	80,5	83,0	80,1	80,2	81,1	83,3	80,0	76,0	79,4	80,6
Juin	83,1	82,0	81,6	83,2	82,7	85,0	83,1	82,7	84,1	85,1	83,3
Juillet	82,6	82,8	84,4	85,0	84,3	85,1	82,3	84,0	82,6	83,5	83,7
Août	83,8	85,0	84,6	81,6	84,0	83,7	85,5	85,7	82,4	83,4	84,0
Septembre	80,2	81,9	84,8	83,3	85,6	82,3	85,5	83,7	86,6	86,2	84,0
Octobre	80,8	83,2	84,0	78,2	82,0	—	85,1	79,0	86,4	80,2	82,1
Novembre	80,0	82,5	84,6	79,5	81,9	76,2	82,7	86,8	79,3	79,5	81,3
Décembre	77,9	83,3	80,6	84,1	77,8	79,0	83,9	88,8	78,4	84,0	81,8
Moyenne annuelle	81,8	81,9	82,7	80,2	81,6	82,7	82,6	82,3	81,8	82,2	82,0

Hauteur du baromètre au Semnoz[1].

600 +

	1884	1885	1886	1887	1888	1889	1890	1891	Moyennes mensuelle
Janvier	28,4	18,2	16,5	23,5	24,3	25,3	29,8	23,9	23,3
Février	26,4	23,4	24,3	29,0	16,0	18,4	25,6	30,4	24,2
Mars	22,8	23,6	22,1	22,0	15,2	20,7	20,2	19,8	20,8
Avril	18,7	19,6	22,9	25,2	21,2	19,1	21,2	—	21,1
Mai	24,6	23,8	25,9	26,3	25,7	24,4	20,2	22,4	24,2
Juin	26,4	28,4	23,3	30,2	28,5	26,0	29,0	—	27,4
Juillet	29,4	30,4	29,9	29,2	25,0	29,6	29,0	29,4	29,0
Août	29,1	27,0	30,4	30,4	29,9	28,3	27,5	—	28,9
Sept.	30,2	26,9	27,5	26,7	27,2	26,4	29,6	29,1	27,9
Octobre	26,4	21,0	26,0	25,7	27,1	21,5	28,3	22,4	24,8
Nov.	27,8	23,9	23,5	17,3	26,6	29,3	21,8	21,0	23,8
Déc.	22,2	27,9	20,7	19,5	27,4	26,0	20,1	26,7	23,8
Moyennes annuelles	26,0	24,5	24,4	25,4	24,5	24,6	25,2	25,0	24,9

La marche du baromètre dans ces stations ne diffère pas des observations faites dans le Jura et dans les Alpes vaudoises et valaisannes : l'époque de la plus basse pression est le printemps. Celle de la plus haute pression varie avec l'altitude ; à Annecy et à Mélan, elle a lieu en hiver, à Leschaux et au Semnoz en été. Il en est de même de l'excursion du baromètre (soit la différence entre les deux extrêmes du mois) ; le minimum se rencontre en été, le maximum en hiver.

[1] Moyennes tirées de quatre à cinq observations par mois.

Excursion du baromètre à Annecy

en mm.

	1876	1877	1878	1880	1881	1882	1883	1884	1885	1886	1887	1888
vier	21,1	18,2	28,5	16,0	22,5	24,5	26,8	24,1	20,0	22,5	34,2	29,4
rier	17,6	25,4	15,3	19,9	19,0	23,4	30,7	17,0	19,6	19,1	17,2	26,3
s	22,0	28,6	34,5	13,4	22,8	27,7	29,2	15,9	25,2	28,1	25,8	25,7
l	17,8	21,8	18,6	15,9	18,5	17,2	18,1	10,6	25,2	19,5	—	15,3
	11,8	18,4	12,5	16,0	15,6	14,5	19,8	15,2	13,5	18,7	12,7	—
	12,7	7,8	12,2	13,0	15,9	9,2	12,1	—	7,9	10,0	25,0	8,9
let	7,5	16,4	9,2	8,0	13,8	15,2	10,8	8,4	7,7	11,1	7,2	11,9
t	15,1	8,1	12,5	10,7	15,5	10,2	6,7	7,1	—	7,4	8,9	10,6
.	15,1	13,9	14,3	14,7	12,7	14,6	13,6	12,7	13,8	15,3	14,0	14,2
bre	12,3	16,7	16,7	15,4	16,9	21,6	21,1	16,4	22,7	26,0	22,1	28,5
.	14,0	22,8	14,8	27,5	16,6	18,5	16,9	18,4	—	24,1	16,5	26,0
.	26,5	24,9	20,5	22,5	28,0	28,2	19,8	20,4	19,1	24,1	21,4	23,2
ens.	16,3	18,6	17,5	16,1	18,2	18,7	18,8	14,9	17,1	18,8	18,5	19,6

	1889	1890	1891	1893	1894	1895	1896	1897	1898	1899	Moyen. mens.
vier	27,4	24,2	18,6	24,2	17,0	17,4	25,0	—	29,8	21,0	23,8
rier	26,1	8,3	9,1	27,3	16,3	18,8	21,4	20,2	26,0	29,4	20,6
rs	23,0	26,2	25,0	10,2	16,3	20,8	19,2	21,6	20,4	25,7	23,1
il	26,1	22,0	12,8	12,0	10,0	14,7	14,2	21,6	19,6	21,1	17,7
i	11,7	22,2	15,0	10,4	12,1	14,6	8,0	16,3	—	18,0	14,8
n	11,3	9,7	13,5	15,7	19,7	12,0	14,9	8,5	12,6	16,9	12,8
illet	9,5	12,9	9,0	8,9	12,0	7,6	—	9,6	7,9	11,0	10,3
ût	11,2	9,8	13,5	11,9	9,1	12,3	9,8	12,0	10,8	7,0	11,0
pt.	15,1	11,3	8,6	15,6	7,8	—	13,8	13,4	13,1	11,5	13,3
tobre	16,7	14,3	17,2	15,9	15,5	24,9	19,7	11,0	26,8	15,5	18,8
ov.	25,7	22,0	18,4	17,3	17,7	19,4	18,0	—	30,6	12,8	19,6
éc.	17,7	14,0	14,5	19,9	25,5	20,9	24,7	21,6	28,3	23,5	22,2
ens.	18,6	16,4	14,6	15,8	14,9	16,4	16,6	16,5	20,1	17,8	17,3

Excursion du baromètre à Mélan.

	1876	1877	1878	1880	1881	1882	1883	1884	1885	1886	1887	1888	1898	1890	1891	Moyennes mensuelles
Janvier	22,5	19,5	28,1	16,4	22,3	24,6	26,1	24,7	20,0	21,2	33,7	22,5	28,4	22,9	18,5	23,9
Février	18,6	23,3	14,6	21,6	15,7	23,2	28,6	18,9	19,2	19,3	15,7	26,9	26,2	11,1	9,7	19,5
Mars	21,6	27,5	34,5	13,8	22,7	26,9	25,4	14,6	23,0	29,7	25,2	24,5	23,5	26,7	24,9	24,3
Avril	17,4	21,6	17,7	15,2	17,4	20,8	19,7	11,3	22,9	18,8	19,8	16,7	25,8	21,5	13,3	18,7
Mai	10,6	17,5	12,0	15,4	15,6	14,5	20,2	12,5	16,7	21,5	12,0	15,3	15,1	23,3	14,3	15,8
Juin	12,8	7,8	12,3	12,8	16,6	10,7	12,1	15,3	7,6	10,1	14,5	11,3	11,8	10,2	12,9	11,9
Juillet	7,0	15,7	10,3	6,9	15,0	15,4	10,9	8,3	7,3	10,7	6,8	11,8	10,0	12,1	9,6	10,5
Août	13,6	10,2	13,2	9,8	11,9	11,9	6,3	7,5	15,3	7,7	11,0	11,4	—	12,4	14,3	11,2
Septembre	16,9	13,1	13,6	13,8	12,2	15,0	15,9	17,7	16,1	17,6	18,2	15,2	—	10,7	9,5	14,7
Octobre	12,2	15,7	16,1	15,7	17,7	21,2	21,7	16,9	21,7	24,3	21,1	28,7	—	—	17,2	19,2
Novembre	13,0	25,4	17,0	26,3	17,8	19,7	17,9	17,3	21,0	22,4	17,4	27,1	—	22,2	19,5	20,3
Décembre	25,7	23,5	20,0	22,8	26,3	27,7	19,5	28,3	18,6	24,3	22,8	24,9	—	14,3	14,8	22,4
Moyennes annuelles	16,3	18,4	17,4	15,9	17,6	19,8	18,7	16,1	17,6	19,0	18,2	19,7	19,5	17,2	14,9	17,7

Excursion du baromètre à Leschaux.

	1882	1883	1884	1885	1886	1887	1888	1889	1890	1891	Moyen. mens.
Janvier	22,9	25,6	21,5	23,1	15,6	31,4	21,3	27,1	19,5	19,3	23,2
Février	20,9	27,6	17,0	17,8	10,7	15,6	25,9	25,5	8,9	9,7	18,0
Mars	23,9	25,1	14,9	19,7	—	22,0	23,6	24,9	24,8	23,0	22,8
Avril	20,5	18,8	9,4	23,5	14,4	14,4	13,4	24,9	19,1	11,4	17,0
Mai	13,5	19,7	11,4	13,2	16,8	10,6	15,4	11,6	20,1	14,2	14,7
Juin	9,4	11,4	9,3	7,6	9,4	14,4	11,4	11,3	9,5	10,3	10,4
Juillet	14,1	9,6	7,9	7,3	10,3	6,2	10,5	9,1	11,1	9,0	9,5
Août	10,2	5,9	8,2	14,6	6,5	11,1	10,9	10,8	8,1	13,3	10,0
Sept.	14,9	15,8	17,7	14,9	15,1	15,8	13,0	14,8	10,1	7,6	14,0
Octobre	20,1	16,5	15,8	25,6	23,6	—	18,3	16,4	14,5	15,5	18,
Nov.	18,0	14,6	17,4	17,7	21,7	15,9	25,8	23,9	21,0	18,6	19,5
Déc.	26,5	18,0	26,4	16,1	15,8	16,2	22,7	19,6	11,9	11,5	18,5
Moyennes annuelles	18,2	17,4	14,7	16,8	14,5	15,8	17,7	18,3	14,9	13,6	16,3

Excursion du baromètre au Semnoz.

	1884	1885	1886	1887	1888	1889	1890	1894	Moyennes mensuelles
Janvier	—	—	—	32,5	22,7	26,0	27,0	21,0	26,4
Février	12,8	16,9	20,5	22,4	25,8	—	16,0	12,0	25,7
Mars	17,0	21,9	27,5	26,3	24,8	21,0	—	23,0	27,3
Avril	13,0	25,3	19,4	18,7	17,2	26,0	20,0	—	19,9
Mai	15,6	19,7	20,3	14,5	16,0	12,0	17,0	15,0	16,3
Juin	19,7	10,5	12,5	15,2	18,3	12,0	11,0	—	14,2
Juillet	9,9	10,9	12,9	8,8	11,9	13,0	13.0	10,0	11,3
Août	8,5	18,1	11,6	16,3	16,3	12,0	15,0	—	14,0
Sept.	19,6	19,3	7,3	21,4	15,9	17,5	12,0	12,0	15,6
Octobre	19,0	23,0	26,5	21,6	25,5	16,8	22,0	13,0	20,9
Nov.	22,5	21,4	24,7	16,5	25,3	30,5	23,5	21,0	23,2
Déc.	32,1	35,2	19,9	25,7	—	21,3	14,0	14,0	3,2
Moyennes annuelles	17,2	20,2	18,4	20.0	20,0	18,9	17,3	15,7	19,8

Les tableaux suivants nous renseigneront sur la marche du baromètre au pied et sur les flancs du Mont-Blanc [1].

[1] J. Vallot, *Annales de l'Observatoire météorologique du Mont-Blanc*, vol. III.

Hauteur du baromètre

Moyennes des mois de juillet, août, septembre et octobre 1890, 1891 et 1892.

heures	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Midi 12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A Chamonix 609 mm. +	71.53	75.45	71.34	71.22	71.16	71.15	71.21	71.27	71.29	71.29	71.26	71.12	70.96	70.88	70.80	70.76	70.75	70.81	70.92	71.15	71.36	71.52	71.56	71.57	71.51
Aux Grands-Mulets 509 mm. +	33.09	32.90	32.72	32.50	32.38	32.30	32.30	32.35	32.45	32.56	32.66	32.75	32.83	32.92	32.99	33.07	33.13	33.16	33.19	33.27	33.31	33.29	33.23	33.11	32.98
Aux Bosses 409 mm. + Baron métall.	48.87	48.71	48.55	48.38	48.26	48.20	48.20	48.25	48.34	48.48	48.60	48.69	48.74	48.78	48.83	48.87	48.88	48.88	48.89	48.93	48.98	48.98	48.93	48.84	48.72
» à mercure	47.39	47.23	47.08	46.95	46.85	46.83	46.88	46.94	47.04	47.16	47.27	47.34	47.36	47.39	47.39	47.39	47.37	47.37	47.38	47.43	47.51	47.52	47.45	47.35	47.23

Ecarts des moyennes :

A Chamonix	0.35	0.27	0.16	0.04	-0.02	-0.03	0.03	0.09	0.11	0.11	0.08	-0.06	-0.22	-0.30	-0.38	-0.42	-0.43	-0.37	-0.26	-0.03	0.18	0.34	0.38	0.39	0.36
Aux Grands-Mulets	0.24	0.05	-0.13	-0.35	-0.47	-0.55	-0.55	-0.50	-0.40	-0.29	-0.19	-0.10	-0.02	0,07	0.14	0.22	0.28	0.31	0.34	0.42	0.46	0.44	0.38	0.26	0.13
Aux Bosses Baron métall	0.21	0.05	-0.11	-0.28	-0.40	-0.46	-0.46	-0.41	-0.32	-0.18	-0.06	0,03	0.08	0.12	0.17	0.21	0,22	0,22	0,23	0.27	0.32	0,32	0,27	0.18	0,06
» à mercure	0.19	0.03	-0.12	-0.25	-0.33	-0.37	-0.32	-0.26	-0.16	-0.04	0.07	0.14	0.16	0.19	0.19	0,19	0.17	0.17	0.18	0,23	0.31	0.32	0.25	0.17	0.03

Les variations diurnes de la pression de l'air aux grandes altitudes présentent un caractère tout nouveau, que les variations des basses régions ne faisaient pas soupçonner. Il y a, en effet, une coïncidence à peu près exacte entre les maxima et les minima thermométriques et barométriques. Cette relation, qui n'existe pas dans les couches basses de l'atmosphère, a trouvé une explication simple par M. P. Du Boys [1], ingénieur en chef des Ponts et Chaussées.

Supposons une colonne d'air verticale depuis le niveau de la mer jusqu'à une altitude assez élevée pour que la pression y soit sensiblement nulle. Cette colonne aura le matin, à un moment donné, une certaine hauteur. Si le soleil en échauffe toutes les parties suivant une loi quelconque, elle s'allongera. A une station intermédiaire, la pression est égale au poids de la colonne primitive augmentée du poids de la portion de l'allongement dû à l'échauffement. Pour les faibles altitudes, cette valeur ne peut être que très faible ; elle devient, au contraire, très apparente aux grandes altitudes.

La température.

La température des vallées alpestres de la Savoie ressemble à celle du Valais : étés chauds, hivers froids. A Annecy, les extrêmes dépassent de beaucoup les variations notées au nord du lac Léman.

La température moyenne annuelle est à Douvaine 10°1, à Annecy 9°4, à Bonneville 8°2, à Mélan 7°9, à Leschaux 6°2 et à Chamonix 6°3.

Températures mensuelles à :

[1] *Annales de l'Observatoire météorologique du Mont-Blanc.*

Températures mensuelles à

	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année
Douvaine 1884-90	-0,0	1,3	5,0	9,6	14,4	17,5	20,2	19.7	17,3	10,0	5,1	0.5	10.1
Annecy 1876-78, 1880-91 et 1893-99	0,7	1,9	5,3	9,7	13.5	17,6	19,7	18.9	15.6	10,6	5.1	0.8	9.4
Bonneville 1885-1897	-3.9	-0.9	3,9	8,7	12,5	16,7	17,9	17,3	14,6	8,5	4.4	-0.8	8.2
Mélan 1876-78, 1880-91	-3.1	-0,0	3.6	8,0	11,8	15,4	17,4	16.7	13.9	8.5	3.8	-1.1	7.9
Leschaux 1884-86, 1888-91	-1,9	-1,2	1,2	5,4	9,6	12,7	15,1	14,6	11,9	6,7	2,5	-1,6	6.2
Chamonix 1884-91	-4,7	-1.8	2,2	6.2	11.3	14,6	15,9	15,3	18.1	6,6	2.0	-3.7	6.3

Températures saisonnières à :

	Hiver.	Printemps.	Eté.	Automne.
Douvaine . . .	0,6	9,7	19,1	10,8
Annecy . . .	1,1	9,5	18,7	10,4
Bonneville . .	—1,9	8,4	17,3	9,2
Mélan	—1,4	7,8	16,5	8,7
Leschaux . . .	—1,6	5,4	14,1	7,0
Chamonix . . .	—3,4	6,6	15,3	8,9

Il n'y a pas de doute que ces chiffres s'égaliseraient et harmoniseraient davantage si, de quelques-unes des stations, nous disposions d'une plus longue série d'observations. Néanmoins, telles qu'elles sont, ces moyennes trahissent l'influence topographique. Annecy, au bord d'un lac, quoique de peu d'étendue, bénéficie en hiver du calorique emmagasiné par ses eaux. Leschaux, situé sur un col, quoique moins élevé que la vallée de Chamonix, est plus froid que cette dernière station au printemps, en été et en automne.

Pour faciliter la comparaison des températures mensuelles et annuelles, nous les donnons ci-après de quelques stations.

Températures moyennes à Annecy[1].

	1876	1877	1878	1880	1881	1882	1883	1884	1885	1886	1887	1888
Janvier	—0,7	4,2	0,9	—3,6	—1,2	—0,5	2,1	1,7	—3,3	—1,0	—2,6	—1,6
Février	2,7	4,4	2,5	3,0	4,2	2,8	4,9	4,7	5,8	0,7	—0,8	—0,7
Mars	5,6	4,4	5,4	6,8	7,3	8,2	3,5	7,1	5,1	5,2	3,6	4,0
Avril	9,7	10,1	9,8	11,1	10,1	10,5	9,4	9,2	8,9	10,6	8,8	7,9
Mai	11,9	13,2	15,2	13,3	13,6	14,8	14,8	14,5	10,5	12,4	11,8	15,4
Juin	18,1	20,5	17,5	16,0	17,7	16,9	17,9	14,6	17,5	16,5	19,0	17,8
Juillet	20,4	19,8	20,0	21,1	22,9	18,2	18,9	20,2	19,3	20,1	22,2	17,2
Août	20,5	20,5	19,6	19,0	20,5	18,4	19,0	19,3	18,3	18,8	19,1	17,3
Sept.	14,5	15,1	16,2	17,2	14,9	14,8	16,2	15,6	14,1	17,9	15,1	16,4
Octobre	13,7	9,1	11,9	12,3	7,8	12,0	10,1	8,9	8,8	11,4	9,5	7,5
Nov.	5,1	6,9	4,2	6,1	6,8	6,2	5,3	2,9	5,3	5,2	3,8	5,8
Déc.	4,4	2,3	—1,1	4,8	1,6	2,0	0,5	0,1	1,2	1,5	—0,2	0,5
Moyennes annuelles	10,5	10,9	10,0	10,8	10,5	10,4	10,1	9,9	9,3	9,9	9,1	9,0

[1] A partir de 1884 les moyennes sont tirées des températures extrêmes en appliquant une correction.

Températures moyennes à Annecy (suite.)

	1889	1890	1891	1893	1894	1895	1896	1897	1898	1899
Janvier	—1,0	1,3	—5,6	—4,3	—1,8	—3,3	—0,8	—0,4	1,5	2,8
Février	—0,6	1.2	—2,7	2,3	2,3	—4,4	0,4	4,0	1,4	3,4
Mars	2 3	4,3	4,2	6,8	5,6	2,4	8,0	7,5	4,1	6,0
Avril	8,7	8,8	7,8	13,3	12,0	10,5	8,2	9,6	—	9,6
Mai	15,1	14,3	13,4	13,8	13,2	13,5	12,2	12,3	13,3	13,7
Juin	18,9	16,9	17,0	18,0	16,5	19,8	17.8	19,2	16,6	17,0
Juillet	18.7	17,7	19,0	19,9	19,1	19,9	20,3	21,0	19,2	19,0
Août	17,7	18,1	17,2	20,7	17,8	18,2	16,3	18,7	20,0	19,9
Septembre	14,1	14,1	15,4	16,1	15,0	18,4	14,6	14,2	18,2	15,3
Octobre	9,2	8,7	11,5	11,4	10,3	9,7	8,9	8,7	12,1	14,0
Novembre	4,1	3,3	4,6	4,4	6,3	6,8	3,2	4,3	6,8	5,2
Décembre	—2,0	—4,1	1,6	0,6	—0,1	1,6	1,6	0,9	—0,1	0,2
Moyennes annuelles	8,8	8,7	8,6	10,3	9,7	9,4	9,3	10,0	10,2	10,5

Températures moyennes à Bonneville.

	1886	1887	1888	1889	1890	1891	1892	1893	1894	1895	1896	1897	1898
Janvier	—4,5	—6,9	—4,0	—3,2	—	—6,8	—1,1	—5,5	—1,5	—5,2	—2,2	—1,5	—
Février	4,2	—0,9	—2,9	—2,6	—5,0	—	—4,6	1,5	1,9	1,7	—6,8	—1,8	4,6
Mars	4,5	1,3	2,5	2,2	—	3,4	2,1	6,0	4,9	1,4	7,4	7,7	—
Avril	9,1	10,6	7,5	8,0	7,5	5,6	7,1	8,9	11,9	10,6	9,9	7,6	9,0
Mai	10,9	12,1	9,4	14,6	—	15,2	12,8	12,8	13,3	12,3	12,9	11,8	11,7
Juin	16,3	14,8	16,8	—	17,0	18,6	16,5	17,2	17,0	15,6	16,2	16,0	18,3
Juillet	19,1	16,3	—	15,7	17,2	—	17,3	17,4	18,2	18,5	18,8	18,6	19,4
Août	16,7	17,1	18,6	15,6	18,5	16,6	16,0	18,3	19,4	17,1	17,3	15,8	17,7
Septembre	15,6	17,3	—	15,1	12,9	13,5	13,7	15,0	14,4	13,3	16,8	14,1	13,1
Octobre	7,9	9,3	6,7	6,9	—	7,6	10,0	8,9	10,2	9,5	8,9	8,1	8,0
Novembre	6,2	4,1	3,4	4,5	1,4	—	3,8	5,9	4,0	5,1	7,6	3,0	3,6
Décembre	—2,0	—0,1	—2,1	—2,3	—5,5	—	1,0	—1,6	—0,5	—0,6	1,8	1,0	1,0
Moyennes annuelles	8,7	8,4	7,0	7,6	7,0	8,1	7,5	8,8	9,2	8,9	8,3	8,3	9,4

Températures moyennes à Mélan.

	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	1884	1882	1883	1884	1885	1886	1887	1888	1889	1890	1891
[illegible]	2,9	1,1	2,6	6,5	2,7	1,8	0,1	—0,4	—5,9	—2,7	—5,9	—4,1	—2,8	0,2	—7,6
[illegible]	4,5	2,2	4,9	1,2	2,4	1,0	3,2	3,0	3,5	—2,1	—2,8	—2,6	—2,3	—2,7	—4,1
[illegible]	7,5	4,9	8,5	6,6	5,9	6,2	0,8	6,0	5,0	3,1	1,6	2,5	0,8	3,7	2,6
[illegible]	8,1	8,0	8,2	9,3	8,5	8,6	7,7	7,7	8,6	9,8	8,3	6,6	6,7	7,7	6,9
[illegible]	10,8	10,8	13,5	10,9	11,7	12,6	12,1	13,1	9,9	12,2	10,0	13,2	13,2	12,9	9,8
[illegible]	15,9	13,9	15,3	13,9	15,3	14,6	14,6	12,5	16,4	14,3	16,7	15,6	16,6	15,0	15,6
[illegible]	18,3	17,2	17,2	18,4	20,1	15,8	16,1	17,7	18,1	17,5	18,6	15,6	16,5	16,8	16,6
[illegible]	18,7	18,6	17,3	16,3	17,4	15,4	16,2	17,0	17,5	16,8	16,6	15,3	—	17,2	15,7
[illegible]	12,3	13,4	14,2	14,5	12,7	12,5	13,0	14,1	13,9	15,9	13,5	14,8	—	—	15,3
[illegible]	10,7	8,0	9,8	10,3	5,9	9,8	7,8	8,0	7,0	9,5	5,4	6,9	—	—	11,0
Nov.	2,6	5,0	1,8	4,8	5,2	4,6	4,4	1,7	4,2	4,6	3,4	4,7	—	2,6	4,0
Dec.	2,4	0,3	—2,9	3,6	—1,0	—0,1	—3,6	—0,2	—2,0	—0,3	—5,1	—0,9	—	—6,2	1,2
Moyennes annuelles	8,4	8,8	7,6	8,6	8,4	8,3	7,7	8,4	8,0	8,2	6,7	7,3	7,5	7,5	7,3

Températures moyennes à Leschaux.

	1884	1885	1886	1887	1888	1889	1890	1891
Janvier	0,0	—3,8	—	—4,0	—3,4	—2,	1,9	—
Février	2,4	2,8	—	—4,2	—1,3	—3,3	—2,5	—2,2
Mars	3,8	1,1	—	—0,1	0,8	0,2	1,4	—
Avril	—	—	7,8	3,6	4,8	4,4	6,7	5,0
Mai	8,9	—	—	5,3	11,9	10,2	11,8	8,1
Juin	7,7	—	12,1	11,9	13,7	14,7	14,5	14,0
Juillet	15,4	15,2	14,8	20,4	14,1	14,4	13,2	13,2
Août	15,0	14,1	14,2	14,0	15,5	14,2	17,2	12,6
Sept.	12,6	10,1	13,4	9,8	12,9	10,4	13,7	12,1
Octobre	5,2	4,9	7,8	—	5,6	5,7	8,4	9,0
Nov.	0,9	5,1	1,3	1,6	4,8	2,3	—	1,7
Déc.	—0,5	—	—2,0	—5,1	1,9	—4,2	—	1,4
Moyennes annuelles	6,4	6,3	6,4	5,0	6,8	5,5	7,3	6,2

Températures moyennes à Chamonix.

	1884	1885	1886	1887	1888	1889	1890	1891
Janvier	—2,0	—5,7	—5,3	—6,6	—4,8	—6,6	0,9	—9,4
Février	2,3	1,9	—2,6	—3,2	—2,6	—4,5	—2,3	—3,7
Mars	4,5	3,8	1,3	1,3	1,4	—	1,2	2,0
Avril	7,1	7,9	8,5	4,9	5,0	4,2	6,3	5,4
Mai	13,3	8,4	11,8	9,7	13,2	12,3	11,0	10,5
Juin	12,4	17,0	14,8	14,5	15,3	15,3	13,6	14,2
Juillet	17,1	17,0	16,2	18,5	14,3	14,6	14,0	15,8
Août	16,2	15,2	16,8	15,8	14,2	14,1	15,8	14,5
Sept.	12,9	12,1	13,9	10,2	13,0	10,9	11,2	12,3
Octobre	5,9	5,2	9,2	4,1	4,6	6,3	5,5	11,6
Nov.	0,2	5,4	2,6	1,7	2,7	1,9	—0,7	2,5
Déc.	—2,1	—3,5	—3,9	—4,7	—0,9	—7,7	—6,1	—0,9
Moyennes annuelles	7,3	7,0	6,9	5,5	6,3	5,3	5,9	6,2

A Annecy, l'hiver avec 1°1 se rapproche de la température hivernale des bords du Léman : Morges 1°0, Montreux 1°9 ; l'été, 18°7, est comparable à celui des stations de la vallée du Rhône du Valais : Martigny 18°5, Sion 18°7. Le printemps, 9°5, et l'automne, 10°4, sont de nouveau égaux à ces saisons au bord du lac Léman : Morges 9°6 et 10°3, Montreux 9°7 et 10°4.

Si nous comparons la température de Chamonix à celle des stations de même altitude dans le Jura et dans les Alpes vaudoises, nous constatons de nouveau le caractère excessif du climat de la Savoie, été chaud, hiver froid.

	Hiver.	Printemps.	Eté.	Automne.
Chamonix . . .	—3,4	6,6	15,3	8,9
Sainte-Croix . .	—1,8	5,6	14,2	6,6
Les Avants . .	—1,6	6,2	14,6	7,6

L'étude des températures extrêmes corroborera pleinement cette tendance du climat de la Savoie.

Températures minimales et maximales à Annecy.

	Janvier		Février		Mars		Avril		Mai		Juin	
1876	— 6,5	6,5	— 6,5	19,5	— 6,5	19,5	— 3,0	22,5	1,0	27,5	5,5	31,5
1877	— 6,0	17,3	— 6,0	18,5	— 6,5	21,0	— 0,5	22,5	— 0,5	22,5	5.0	33,0
1878	— 13,0	11,0	— 11,0	14,7	— 6,0	18,7	— 2,0	22,5	3,5	29,0	6,5	30,5
1880	— 8,3	1,1	— 2,8	8,8	0,9	17,0	5,6	16,7	6,7	19,9	9,8	22,2
1881	— 16,5	11,5	— 6,5	16,5	— 6,0	13,6	— 1,7	24,5	0,5	29,7	0,5	33,5
1882	— 6,0	11,0	— 8,3	18,7	— 2,5	22,3	— 4,0	26,5	0,5	30,3	4,0	33,3
1883	— 1,9	6,2	— 0,7	10,4	— 2,1	9,1	2,6	16,3	7,1	22,4	10,2	25,6
1884	— 6,5	13,5	— 6,0	16,5	— 4,3	22,5	— 3,5	23,0	2,3	30,0	3,0	30,7
1885	— 14,3	8,5	— 5,0	18,0	— 7,5	16,5	— 4,0	26,0	— 1,7	30,0	2,5	33,5
1886	— 14,0	7,5	— 9,5	16,3	— 8,0	22,0	— 2,0	27,5	0,0	30,5	5,0	30,5
1887	— 11,7	6,7	— 13,0	11,0	— 14,0	16,5	— 3,0	25,0	— 0,5	26,5	7,0	33,0
1888	— 16,7	8,0	— 11,5	9,0	— 10,0	20,0	— 1,3	22,0	2,5	30,5	6,7	33,0
1889	— 9,0	6,5	— 15,0	10,5	— 10,7	15,7	— 1,0	24,5	3,3	28,5	8,5	31,0
1890	— 7,3	11,0	— 9,5	8,0	— 13,0	22,5	— 3,5	21,5	2,0	29,5	4,5	32,5
1891	— 17,0	8,0	— 14,0	9,0	— 6,5	16,5	— 4,5	21,5	0,0	26,0	3,5	33,0
1893	— 16,7	9,5	— 11,0	13,4	— 3,5	19,1	— 0,7	29,1	— 1.0	27,5	5,3	31,5
1894	— 13,0	10,5	— 7,3	15,0	— 4,5	20,0	1,0	26,0	2,0	27,5	3,7	31,5
1895	— 15,5	8 5	— 16,5	7,5	— 12,5	15,6	— 1,5	25,4	— 1,0	28,0	5,0	31,0
1896	— 10,3	9,0	— 7,5	10,5	— 1,5	23,3	— 3,0	25,0	1,5	28,0	7,0	29,5
1897	— 12,5	6,5	— 9,0	15,0	— 3,0	26,0	— 1,5	24,0	— 0,5	29,0	5.5	33,0
1898	— 7,5	10,5	— 10,3	12,5	— 4,5	19,0	— 1,0	24,0	0,5	25,5	3,0	30,5
1899	— 3,0	11,0	— 12,4	16,5	— 7,0	23,0	— 3,0	26,5	1,0	30,0	6,0	31,0

	Juillet		Août		Septembre		Octobre		Novembre		Décembre	
1876	9,5	33,9	6,9	33,9	4,5	28,5	3,0	27,5	— 8,0	16,5	— 4,5	17,0
1877	7,9	33,9	8,0	34,0	1,9	28,0	— 3,5	22,3	— 2,5	18,0	— 5,7	12,0
1878	4,7	33,5	8,5	31,0	3,5	28,7	— 2,5	23,3	— 5,0	15,0	— 15,3	9,5
1879	13,6	28,6	12,2	25,9	10,9	23,5	7,5	17,0	2,1	10,2	1,5	8,0
1881	7,3	37,7	6,0	35,0	4,5	26,5	— 2,0	21,5	— 2,3	19,5	—	—
1882	7,9	32,7	5,5	31,7	1,5	28,3	— 0,5	26,0	— 4,5	17,5	— 10,5	12,5
1883	11,5	26,2	10,3	27,8	10,3	22,2	4,3	15,8	0,5	10,1	— 4,0	2,9
1884	7,5	36,5	3,7	34,5	4,5	27,5	— 2,5	24,3	— 12,5	17,0	— 14,0	11,7
1885	7,9	32,5	5,0	31,7	0,5	28,5	1,5	24,3	— 2,0	14,0	— 10,5	16,7
1886	7,5	34,3	8,3	33,0	3,7	31,0	1,0	25,7	— 5,0	15,5	— 11,3	11,5
1887	9,0	35,3	6,0	36,5	2,5	29,7	— 3,7	18,5	— 3,3	12,5	— 15,5	10,0
1888	5,3	32,5	7,0	33,0	5,0	27,0	— 1,3	18,5	— 3,7	17,0	— 7,0	9,0
1889	6,5	34,0	7,0	31,0	0,0	29,5	0,0	18,3	— 5,0	13,5	— 10,5	7,5
1890	7,0	34,0	6,3	33,0	4,0	27,0	— 4,5	26,0	— 9,0	14,0	— 13,3	5,5
1891	7,0	34,0	6,5	32,5	3,0	30,0	— 8,0	24,0	— 4,7	14,5	— 9,7	11,5
1892	8,1	35,5	7,5	37,7	3,0	29,3	1,0	26,0	— 4,0	16,5	— 9,3	12,0
1894	7,1	33,0	5,0	31,1	3,7	30,0	— 2,0	22,0	— 1,3	16,5	— 8,0	9,5
1895	8,0	33,0	8,0	30,5	6,0	33,0	— 1,5	25,0	— 2,3	19,5	— 7,0	12,5
1896	9,5	34,0	5,0	29,0	4,5	28,0	— 1,0	22 0	— 4,0	18,0	— 7,0	10,0
1897	8,0	34,0	7,0	31,5	1,5	29,5	— 3,0	21,5	— 6,0	15,5	— 8,5	11,0
1898	7,0	33,5	6,0	34,5	4,5	33,0	3,0	22,0	— 0,5	16,0	— 9,0	8,5
1899	8,0	34,0	8,5	32,0	3,0	33,0	1,5	23,0	— 5,0	20,3	— 10,0	13,0

Minimum absolu : — 17°,0 le 21 janvier 1891.

Maximum absolu : 37°,7 les 20 juillet 1881 et 24 août 1893.

1891	— 23,5	10,0	— 17,0	9,0	— 8,0	15,5	— 4,0	23,5	1,0	25,0	2,5	32,0
1892	— 14,5	11,0	— 14,0	12,5	— 9,5	19,5	— 3,0	23,0	— 3,0	31,0	5,0	31,0
1893	— 22,2	12,0	— 20,0	12,5	— 4,5	20,0	— 1,5	27,5	— 3,0	28,0	3,5	29,5
1894	— 14,0	12,0	— 8,5	16,0	— 5,0	19,0	— 1,0	24,0	2,0	30,0	3,5	30,0
1895	— 23,5	6,5	— 22,5	5,0	— 22,5	15,0	— 2,0	23,5	— 1,0	27,5	6,0	33,0
1896	— 12,0	7,5	— 10,0	10,5	— 1,0	21,0	— 4.0	21,0	— 0,3	26,0	5,5	28,0
1897	— 15,5	5,0	— 10,0	14,0	— 3,0	25,6	— 2,5	25,0	— 3,4	26,0	4,5	31,0

	Juillet		Août		Septembre		Octobre		Novembre		Décembre	
1891	7,0	32,5	5,0	31,9	0,7	29,0	— 6,0	22,5	— 7,0	15,0	— 18,0	15,0
1892	8,0	32,0	6,8	35,5	1,2	27,0	— 2,5	22,0	— 3,0	19,0	— 9,0	10,5
1893	6,0	31,5	5,8	33,5	2,3	28,0	— 2,0	26,0	— 5,5	16,0	— 8,0	11,0
1894	7,0	31,0	6,5	31,0	1,5	31,4	— 3,5	19,5	— 4,0	18,0	— 11,0	13,5
1895	6,0	33,0	6,5	31,0	3,0	32,0	— 4,5	25,0	— 6,0	23,0	— 7,0	14,0
1896	6,5	31,0	5,0	27,0	3,0	27,0	— 2,0	22,0	— 5,0	14,0	— 13,0	9,5
1897	5,0	31,0	4,1	30,1	2,0	25,6	— 2,5	24,0	— 8,0	14,0	— 10,0	15,0

Minimum absolu : — 24,0 le 31 décembre 1887.

Maximum absolu : 35,5 août 1892.

Températures maximales et minimales au Semnoz.

	Janvier		Février		Mars		Avril		Mai		Juin	
1884	— 8,2	10,4	— 6,5	9,1	— 9,3	9,1	— 8,0	8,6	—5,0	17,4	—1,0	16,2
1885	—14,5	5,1	—12,0	7,4	—16,5	10,3	— 6,0	12,8	—4,0	9,8	—1,1	18,8
1886	—17,7	5,1	—17,6	4,9	—16,8	7,2	—10,1	9,8	—5,0	16,8	0,0	17,3
1887	—17,7	9,2	—17,2	5,9	—15,8	8,8	—13,7	8,0	—6,0	9,8	—1,0	16,2
1888	—20,3	4,6	—16,3	0,7	—15,9	3,7	—11,0	9,7	—4,2	12,7	—2,5	17,6
1889	—15,0	5,2	—18,2	4,7	—19,5	9,2	—10,0	7,6	—2,6	10,2	1,0	14,7
1890	— 7,0	11,7	—11,0	7,2	—17,0	13,7	— 8,9	8,5	—2,9	14,7	0,9	21,2
1891	—18,0	20,0	— 7,0	5,0	—10,5	8,9	—	—	—7,0	13,6	—	—

	Juillet		Août		Septembre		Octobre		Novembre		Décembre	
1884	2,3	22,6	2,0	21,1	—0,2	19,3	— 5,8	13,8	—10,5	11,6	— 9.5	9,6
1885	5,2	19,3	6,4	21,8	—2,5	21,8	— 7,2	11,0	—11,0	7,0	—15,4	9,7
1886	3,0	22,3	2,3	20,3	0,0	18,8	— 0,4	17,2	— 7,9	10,5	—15,0	3,9
1887	1,2	17,2	—1,5	17,7	—1,5	14,8	—11,2	7,4	— 8,2	4,1	—14,4	4,0
1888	—3,0	16,7	—1,8	20,7	—2,0	13,8	— 9,0	9,7	— 8,0	10,7	— 6,5	8,7
1889	0,0	19,7	—1,5	20,6	—3,5	19,7	— 3,0	7,7	— 4,0	13,5	—14,5	12,7
1890	1,0	22,2	0,8	22,6	- 1,0	14,8	— 7,0	18,8	— 7,2	8,8	—12,0	7,2
1891	4,0	23,6	—	—	0,4	19,7	1,0	13,7	— 5,5	12,4	—11,0	10,7

Minimum absolu — 20°3 en janvier 1888. Maximum absolu 23°6 en juillet 1891.

A Mélan, le minimum absolu est de —23,3 le 22 janvier 1880, le maximum absolu 34,6 en août 1898.

L'écart entre ces chiffres est considérable. A Annecy, il est de 54°7, à Bonneville de 59°5, à Mélan de 57°9, et au Semnoz de 43°9, tandis que nous trouvons pour Morges 44°7, Lausanne 47°7, Montreux 46°2, Bex 53°1, Martigny 53°6, et Sion 51°0.

A Annecy et Bonneville, les gelées ont lieu jusqu'en mai et recommencent en octobre. D'autre part, le maximum atteint et dépasse 30 degrés en mai et septembre. Au mois d'avril, la température, à Annecy, arrive fréquemment à plus de 25 degrés. La plus haute température observée dans le canton de Vaud était 35°9 notée à Bex en juillet 1870. A Annecy, ce point a été dépassé plusieurs fois depuis.

Cette température de plus de 30 degrés est assez rare dans le canton de Vaud; elle est par contre fréquente à Annecy et même plusieurs jours de suite. En quinze années, nous avons relevé 5 jours en mai, 70 en juin, 150 en juillet, 103 en août et 23 en septembre, ainsi que :

21 périodes de 4 jours et plus, pendant lesquelles le maximum de la journée a dépassé 30 degrés, soit :

1 période de 4 jours en août 1887;

6 périodes de 5 jours : juillet 1884, juin et juillet 1885, juillet 1886, juillet et août 1886, juillet 1893;

2 périodes de 6 jours : en juin 1897 et août 1887;

5 périodes de 7 jours : en juin 1899, et juillet 1884, 1887, 1896 et 1897 :

2 périodes de 8 jours : en juillet 1888 et août 1899;

1 période de 9 jours : en juillet 1886;

1 période de 11 jours : en juin et juillet 1897;

2 périodes de 12 jours : en août 1884 et en août et septembre 1895;

1 période de 15 jours : en août 1893.

Les périodes de gelée ne sont pas nombreuses à Annecy. Dans les mêmes quinze années, de 1884 à 1899,

nous n'avons trouvé que 15 périodes excédant 3 jours; la plus longue a duré du 7 au 22 janvier 1891.

Le minimum absolu de —10 degrés a été atteint ou dépassé, dans le même laps de temps, 64 fois en janvier, 43 fois en février, 16 fois en mars, 4 fois en novembre et 27 fois en décembre. La périodicité du minimum au-dessous de —10 degrés se résume ainsi:

2 périodes de 4 jours : en mars et décembre 1890;

1 période de 5 jours : en janvier 1893;

1 période de 6 jours : en janvier 1895;

3 périodes de 7 jours : dont deux en février 1891 et une en février 1895;

2 périodes de 8 jours : en janvier 1885 et décembre et janvier 1888.

Nous donnons encore, pour la même station, le relevé des jours froids (jours de gelée, minimum sous 0°) et des jours très froids (jours de gelée continue, minimum et maximum sous 0°).

Nombre de jours froids et très froids à Annecy.

	Janv.		Févr.		Mars.		Avril.		Mai.		Oct.		Nov.		Déc.		Année.	
	Froids	Très froids	Froids	Très froids	Froids	Très froids	Froids	Très froids	Froids	Très froids	Froids	Très froids	Froids	Très froids	Froids	Très froids	Froids	Très froids
1884	28	—	14	—	17	—	6	—	—	—	6	—	18	—	27	—	116	—
1885	25	4	18	—	19	—	8	—	5	—	—	—	3	—	18	5	96	9
1886	21	4	22	—	17	—	1	—	—	—	—	—	9	—	20	—	99	4
1887	23	8	24	4	18	1	11	—	1	—	9	—	13	—	12	7	111	20
1888	18	8	24	2	16	—	3	—	—	—	4	—	5	—	26	—	94	10
1889	22	7	23	2	17	1	2	—	—	—	—	—	13	—	19	10	96	20
1890	21	—	21	2	9	3	1	—	—	—	7	—	11	3	12	19	88	27
1891	14	17	25	1	18	—	6	—	—	—	1	—	10	—	16	5	90	23
1893	13	17	16	—	16	—	2	—	1	—	—	—	8	—	25	1	81	18
1894	21	7	23	—	18	—	—	—	—	—	2	—	5	—	25	2	94	9
1895	13	4	17	10	18	—	4	—	1	—	2	—	6	—	25	—	86	14
1896	23	5	26	1	4	—	8	—	—	—	—	—	14	—	19	—	94	6
1897	24	2	13	—	6	—	1	—	1	—	1	—	12	—	19	—	77	2
1898	23	1	20	—	14	—	2	—	—	—	5	—	1	—	22	—	87	1
1899	19	—	19	—	16	—	3	—	—	—	—	—	15	—	16	7	88	7
Moyennes mensuelles	21	6	21	1	15	3	4	—	1	—	2	—	10	2	20	2	94	10

Nous avons ainsi à Annecy, annuellement, 94 jours froids et 10 très froids. A Lausanne, il y en a 75 et 22, à Montreux 45 et 21, à Martigny 39 et 27, et à Sion 39 et 18.

Comme dernier document intéressant la température de cette région, nous donnons ci-après quelques relevés de températures extrêmes observées par M. J. Vallot, à Chamonix, aux Grands-Mulets et aux Bosses :

		CHAMONIX		GRANDS-MULETS		BOSSES	
		Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.
1890	Juillet	2,2	25,2				
	Août	7,0	28,0				
	Septembre	—0,5	21,0				
1891	Juillet	7,4	27,3				
	Août	7,0	29,8	—2,0	13,0	—13,3	0,6
	Septembre	0,6	25,7	—8,8	15,2	—16,7	3,9
	Octobre	—1,7	19,7	—4,8	13,8	—13,2	2,8
1892	Juin	7,1	26,6				
	Juillet	5,2	27,8	4,7	22,1	—14,3	3,1
	Août	5,7	31,2			—11,5	4,5
	Septembre	3,4	23,5				

Ces chiffres nous permettent de vérifier l'abaissement de la température, qui se trouve être en 1891 de 0°43 par 100 mètres entre Chamonix et les Grands-Mulets, et de 0°69 entre ce point et les Bosses.

Un dernier facteur important pour l'appréciation de la température est la date de la première et de la dernière gelée. En voici les dates pour Annecy :

Dernier jour de gelée de l'hiver.	A Annecy.	Premier jour de gelée de l'hiver.
24 avril	1884	12 octobre
20 mai	1885	2 novembre.
11 avril	1886	20 »
15 mai	1887	13 octobre

11 avril	1888	16 octobre
19 »	1889	15 »
13 »	1890	22 »
26 »	1891	31 »
7 mai	1893	20 novembre
28 mars	1894	16 octobre
18 mai	1895	28 »
17 avril	1896	25 »
8 mai	1897	9 »
7 avril	1898	30 novembre
13 »	1899	14 »
24 avril	Moyennes	28 octobre

Période de gelée : 177 jours ; période sans gelée : 188 jours.

Cette période est à :

Lausanne	de 145 jours avec gelée ;	220 jours sans gelée
Montreux	» 118 »	247 »
Martigny	» 132 »	233 »
Sion	» 136 »	229 »

Température du sol.

La température du sol, à 30 centimètres de profondeur est à Annecy, en moyenne de 13 ans, de 9°8.

Les moyennes mensuelles sont :

Janv. 2,5	Févr. 2,2	Mars 3,5	Avril 8,2
Mai 12,1	Juin 14,9	Juill. 16,8	Août 16,8
Sept. 15,9	Oct. 11,8	Nov. 8,8	Déc. 3,9

Les moyennes annuelles sont :

1882	10,7	1890	9,8
1883	10,4	1893	9,6
1886	10,5	1894	9,9
1887	9,3	1895	9,7
1888	8,9	1899	10,2
1889	9,2		

Il y a donc une faible différence en faveur du sol; elle n'est ici que de 0°4, tandis qu'elle est à Lausanne, à 25 centimètres de profondeur, de +2°2.

Température de l'eau du lac.

L'eau du lac d'Annecy a une température moyenne de 11°3; elle varie peu d'une année à l'autre, comme le montrent les chiffres suivants :

1876	11,3	1884	11,3	1891	11,0
1877	11,8	1885	11,3	1893	11,1
1878	11,2	1886	11,7	1894	11,0
1880	11,1	1887	10,5	1895	11,1
1881	11,5	1888	10,7	1896	10,7
1882	11,6	1889	11,2	1897	11,5
1883	11,5	1890	11,0	1898	11,7
				1899	12,1

Comparées avec celles du lac Léman[1], les moyennes mensuelles sont :

	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
Lac d'Annecy	3,9	4,0	5,3	7,8	12,0	16,8	19,9	19,7	17,4	13,4	9,8	5,9
Lac Léman	5,1	5,0	6,1	8,8	11,7	15,3	18,1	18,6	17,1	14,0	9,6	6,1

La température moyenne du lac Léman est de 11°3, soit exactement celle du lac d'Annecy. Ce dernier, en raison de son faible volume d'eau autant qu'à cause des variations saisonnières de la température de l'air, se refroidit beaucoup plus en hiver et s'échauffe davantage en été.

Humidité relative de l'air.

Des observations hygrométriques ont été faites à Annecy, à Bonneville et à Mélan. En outre, l'évaporation est

[1] Température prise au port de Genève, d'après F.-A. Forel, *Le Léman*, II, p. 307.

mesurée à Annecy, et pendant quelques années l'a été à Mélan.

Moyennes mensuelles de l'humidité relative de l'air à :

	Janv.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Ann.
Annecy . .	77,7	80,8	82,4	80,1	76,4	74,2	74,1	78,6	84,6	88,3	89,2	86,2	78,9
Mélan . . .	86,4	84,6	75,8	71,5	69,0	70,9	67,5	71,9	79,4	81,8	86,3	89,4	79,4
Bonneville .	88,0	84,0	78,0	73,0	75,0	76,0	77,0	76,0	81,0	83,0	88,0	87,0	80,1

La moyenne annuelle de ces trois stations ne présente presque pas de différence. Elles sont plus élevées qu'en deçà du Léman. Nous trouvons, en effet, pour Lausanne, une moyenne annuelle de 78,1 %, Montreux 75,2 %, Aigle 72,2 %, Martigny 76 %, Sion 75 %, et Sierre 72 %.

Moyennes annuelles de l'humidité relative à :

	1876	1877	1878	1880	1881	1882	1883	1884	1885	1886	1887	1888	1889
Annecy . .	78,7	—	79,2	81,9	78,2	78,8	79,9	81,3	75,2	80,0	72,8	83,9	75,2
Mélan . . .	89,0	78,5	77,4	78,0	78,0	76,5	78,6	—	—	—	—	—	—

	1890	1891	1892	1893	1894	1895	1896	1897	1898	1899
Annecy . .	82,4	74,8	—	76,6	81,4	73,4	82,8	81,7	74,3	84,5
Bonneville.	—	81,6	81,8	78,2	70,7	78,1	81,4	83,0	—	—

L'évaporation est indiquée en millimètres et en quantités mensuelles ; elle correspond assez bien à l'humidité relative et à l'altitude des stations.

Evaporation moyenne à :

	Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
Annecy. . . .	4	4	36	59	75	74	87	68	41	26	17	5
Mélan	9	25	51	64	85	68	87	72	36	27	25	11

Evaporation annuelle à Annecy :

1876	563 mm.	1883	480 mm.
1877	586 »	1884	493 »
1878	431 »	1885	363 »
1880	572 »	1886	425 »
1881	603 »	1887	400 »
1882	537 »	1888	333 »

1889	319 mm.	1894	244 mm.
1890	401 »	1895	307 »
1891	270 »	1896	278 »
1893	388 »		

Moyenne annuelle : 414 mm.

Nébulosité.

A part quelques indications générales, aucune observation ne nous permet d'établir la nébulosité en Savoie et d'en tirer le nombre de journées sereines et nuageuses.

La fréquence des brouillards à Annecy est la suivante : Janvier 3,7 fois, février 1 fois, mars 0,05 fois, octobre 0,7 fois, novembre 1,2 fois, décembre 1,6 fois.

Précipitations atmosphériques.

La Savoie est, comme nous l'avons déjà dit, largement arrosée. Il y tombe une quantité d'eau supérieure à celle recueillie sur le plateau suisse, comme il ressort du tableau suivant :

Hauteurs d'eau recueillie à

		Jours pluvieux	Janv.	Fév.	Mars.	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année
Bassin du lac Léman.	St-Gingolph	116	25	71	101	64	114	137	139	113	98	89	51	84	1022
	Evian	120	40	55	73	93	111	116	104	107	119	124	84	74	1102
	Thonon	138	43	39	57	78	100	98	79	105	81	139	107	47	955
	Douvaine	116	34	47	69	82	101	98	75	120	106	109	103	66	943
	Le Biot	102	75	47	77	79	104	133	99	110	124	171	86	101	1136
	Les Gots	101	58	64	112	83	128	147	142	154	110	148	101	111	1429
	Moyennes	—	46	54	81	80	110	121	106	118	106	130	88	80	1098
Bassin de l'Arve.	St-Julien	127	44	43	64	66	98	100	89	76	169	143	125	112	1073
	Annemasse	103	29	46	56	69	88	78	66	97	92	108	85	53	847
	Bonneville	122	34	51	70	71	114	107	108	92	112	125	75	67	1034
	Mélan	—	54	72	83	96	117	133	130	141	136	124	91	102	1330
	Sallanches	124	58	67	76	75	103	110	112	118	87	111	94	96	1107
	Mégève	118	70	82	95	90	123	125	131	132	114	150	108	109	1332
	Les Contamines	110	29	23	108	61	89	102	129	128	162	112	80	95	1134
	Chamonix	127	49	56	64	76	116	115	122	137	116	101	73	78	1189
	Moyennes	—	46	55	77	76	106	109	111	115	124	122	91	89	1217
Vallée des Usses	Seyssel	80	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1222
	Cruseilles	124	47	69	75	100	125	122	99	119	110	151	115	91	1213
Bassin du Fier.	Rumilly	121	47	63	87	95	117	114	85	123	103	150	106	94	1158
	Annecy	123	53	72	99	108	124	125	104	133	115	160	121	98	1337
	Thônes	133	95	81	118	135	135	131	124	141	150	146	152	123	1672
	Talloires	115	61	55	88	89	121	161	121	162	75	166	96	100	1296
	Leschaux	128	42	66	67	83	118	142	122	124	128	156	110	102	1299
	Semnoz	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1327
	Faverges	114	75	66	57	88	115	116	127	105	98	148	91	70	1190
	Seythenex	123	47	64	85	83	116	102	121	139	134	204	90	125	1299
	Tamié	134	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1500
	Moyennes	—	60	67	86	97	121	127	115	132	115	161	109	102	1342

La quantité de pluie augmente du nord au sud. Le bassin du Léman en reçoit annuellement 1098 mm., celui de l'Arve 1131 mm., la vallée des Usses 1217 mm. et le bassin du Fier 1342 mm.

Réparties sur les diverses saisons, nous constatons les hauteurs d'eau suivantes :

	Hiver.	Printemps.	Eté.	Automne.
Dans le bassin du Léman. . . .	180	271	345	324
Dans le bassin de l'Arve	190	259	335	337
Dans la vallée des Usses	207	300	340	376
Dans le bassin du Fier	228	304	375	386

Réduits en pour cent, ces chiffres nous apprennent que 17 % de la totalité de la pluie tombe en hiver, 24 % au printemps, 29 % en été et 30 % en automne. C'est à peu de chose près le même régime que nous trouvons au pied des Alpes vaudoises, où 16 % tombent en hiver, 22 % au printemps, 34 % en été et 28 % en automne. Ici, l'été est la saison la plus pluvieuse, en Savoie c'est l'automne.

La répartition annuelle de la pluie et le nombre des jours de pluie ressortent des tableaux suivants. Nous ne pouvons malheureusement pas indiquer le nombre des jours de neige.

Hauteurs annuelles d'eau recueillie à

	1876	1877	1878	1880	1881	1882	1883	1884	1885	1886	1887	1888	1889	1890	1891	1892	1893	1894	1895	1896	1897	1898	1899
St-Gingolph	—	—	—	—	—	—	—	550	1330	—	940	1268	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Evian	1138	1225	1366	1053	1108	1399	1006	710	1132	1054	881	1158	1094	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Thonon	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1042	1133	—	803	928	1006	—	—	—	849
Douvaine	949	915	1189	819	870	—	960	470	949	1129	872	1102	1056	983	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Le Biot	—	—	—	—	—	—	1545	994	1268	879	1279	1318	994	849	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Les Gets	1658	1646	1796	1534	1405	1949	1534	984	1301	1423	1228	1466	1490	1185	—	—	—	—	—	—	—	—	—
St-Julien	—	—	—	—	—	1229	1095	—	896	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Annemasse	931	894	1118	626	841	1035	775	541	844	883	677	868	921	—	994	—	665	—	1082	—	—	—	736
Bonneville	—	—	—	—	—	—	1079	683	1176	1098	883	1162	1269	—	1100	841	1037	875	1087	1263	957	—	832
Mélan	1601	1420	1643	1293	1098	1706	1346	910	1288	1408	1250	1287	1358	1138	1345	—	—	—	—	1443	1312	—	1154
Sallanches	1278	1194	1331	1144	1037	1601	1000	761	1145	858	973	1075	987	1075	1254	—	954	877	1301	—	—	—	1187
Mégève	1344	1521	1442	1312	1281	1961	1282	949	1433	1365	1160	1290	1367	1456	1193	—	—	—	—	—	—	—	—
Les Contamines	—	—	—	—	—	1535	944	864	1181	1148	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Chamonix	1119	1132	1376	1240	1028	1605	1232	881	1175	1185	988	1206	1037	1058	1174	—	—	—	—	—	—	—	—
Seyssel	—	—	—	—	—	—	1298	1032	671	1132	1407	820	989	1544	2109	—	—	—	—	—	—	—	736
Cruseilles	1381	1380	1536	1047	1106	1612	1121	686	1162	1261	889	1195	1404	1162	1268	—	971	1076	1294	1489	1261	—	1173
Rumilly	1137	1269	1152	928	988	1214	760	1260	1339	943	1238	1130	1031	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Annecy	1339	1548	1739	1280	1218	1694	1124	884	1352	1314	1116	1134	1443	1321	1357	—	—	1001	1138	—	—	—	1161
Thônes	1767	1956	2006	1606	1259	2285	1491	1011	1664	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Talloires	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1145	1175	1361	1203	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Leschaux	—	—	—	—	1102	1771	1140	931	1171	1260	1091	1253	1311	1123	1236	—	—	—	—	—	—	—	—
Semnoz	—	—	—	—	—	1677	1321	859	1318	1279	984	1170	1529	1606	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Faverges	—	—	—	—	—	—	1233	850	1379	1383	995	1159	1331	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1278
Seythenex	1975	1095	1695	1095	1504	1808	1092	1096	1112	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Tamié	1800	1106	1511	1281	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Dans la plupart des stations, on a mesuré la hauteur de la neige pendant une dizaine d'années. Il en tombe annuellement à :

Rumilly . .	334	m.	58	cm.	fournissant	47	mm.	d'eau.
St-Gingolph.	400	»	51	»	»	45	»	»
Douvaine. .	428	»	34	»	»	28	»	»
Annemasse .	436	»	47	»	»	41	»	»
Bonneville .	450	»	45	»	»	52	»	»
Annecy . .	453	»	72	»	»	—		
Faverges. .	507	»	102	»	»	84	»	»
Sallanches .	545	»	95	»	»	91	»	»
Thônes . .	625	»	175	»	»	129	»	»
Mélan. . .	633	»	126	»	»	115	»	»
Seythenex .	712	»	211	»	»	163	»	»
Cruseilles .	770	»	111	»	»	114	»	»
Le Biot . .	822	»	189	»	»	183	»	»
Leschaux .	931	»	314	»	»	295	»	»
Chamonix .	1050	»	259	»	»	236	»	»
Mégève . .	1113	»	270	»	»	294	»	»
Les Gets. .	1162	»	399	»	»	355	»	»

La quantité de neige augmente en Savoie assez régulièrement avec l'altitude; l'augmentation est en moyenne de 41 cm. par 100 m. Des bords du lac Léman, soit de Clarens (380 m.) au sommet des Rochers de Naye (2045 m.), nous avons trouvé, pour les années 1888 à 1895, une augmentation de 32 cm. de neige pour chaque cent mètres d'élévation.

La densité de la neige varie dans d'assez grandes limites; elle dépend, entre autres, de la température et de la force ou de l'absence de vents qui accompagnent la chute de la neige. En 1876, un mètre de neige[1] fraîchement tombée a fourni :

[1] D'après Dolfuss-Ausset, un litre de neige fraîchement tombée pèse 80 à 100 grammes, un litre de neige des névés pèse 600 grammes, et un litre de glace, au bas du glacier, 910 grammes.

à Tamié	60	mm. d'eau.
à Mégève	69	»
aux Gets.	104	»
à Chamonix . . .	103	»
à Mélan	89	»
à Cruseilles	70	»
à Annecy	87	»
à Rumilly	78	»
à Douvaine	72	»
à Annemasse . . .	90	»

En moyenne, des 10 à 15 années dont nous possédons des notes à ce sujet, 100 cm. de neige fraîche ont fourni 87 mm. d'eau. De 1876 à 1885, la moyenne a été de 90 millimètres.

Les publications de la Commission de météorologie de la Haute-Savoie ne permettent de rechercher la date des chutes de neige que pour Annecy.

Dernier jour de neige de l'hiver.	A Annecy.	Premier jour de neige de l'hiver.
21 mars	1884	12 octobre
3 »	1885	16 novembre
15 »	1886	12 »
14 avril	1887	15 »
12 »	1888	10 janvier
4 »	1889	28 novembre
11 »	1890	10 »
31 mars	1891	28 »
28 février	1893	17 »
15 mars	1894	7 décembre
5 »	1895	23 novembre
29 »	1896	23 octobre
5 »	1897	30 novembre
8 »	1898	30 »
9 »	1899	7 décembre
21 mars	Moyennes	20 novembre

a donc une période neigeuse de 121 jours et une de
ırs sans neige. A Montreux, nous avons 82 jours
ĸ et 283 sans neige; à Martigny et à Sion, ces pé-
sont de 132 jours pour la possibilité de neige et 233
ans neige.

i, d'autre part, l'époque des premières et dernières
de neige depuis un siècle à Annecy [1].

Années	Date de la première neige	Date de la dernière neige
1773	—	4 mai
1774	—	. . »
1775	19 novembre	31 mars
1776	22 »	9 mai
1777	9 »	14 mars
1778	9 »	24 avril
1779	14 »	1er janvier
1780	7 »	20 avril
1781	29 octobre	28 mars
1782	26 »	4 avril
1783	. . »	22 »
1784	26 »	14 »
1785	24 décembre	4 »
1786	30 octobre	28 mars
1787	20 novembre	30 avril
1788	2 décembre	6 »
1789	2 novembre	30 mars
1790	19 décembre	15 »
1791	1er novembre	26 »
1792	22 »	14 »
1793	1er »	8 »
1794	25 décembre	12 mai
1795	4 novembre	19 mars
1796	19 »	29 »

[1] mmission de météorologie de la Haute-Savoie, 1885.

1797	19 novembre	14 mars
1798	18 »	30 »
1799	6 »	20 avril
1800	22 octobre	2 »
1801	21 »	14 »
1802	29 »	16 mai
1803	21 novembre	18 avril
1804	8 octobre	20 »
1805	12 »	6 »
1806	3 décembre	16 »
1807	6 novembre	19 »
1808	30 septembre	29 »
1809	29 »	19 »
1810	4 novembre	14 »
1811	6 décembre	11 »
1812	8 novembre	24 »
1813	29 octobre	5 »
1814	25 »	9 mars
1815	3 novembre	15 avril
1816	20 octobre	14 »
1817	25 novembre	27 »
1818	15 décembre	12 »
1819	22 novembre	21 mars
1820	13 »	27 avril
1821	22 décembre	16 »
1822	17 novembre	2 »
1823	13 décembre	20 »
1824	18 janvier (1825)	13 »
1825	27 décembre	19 »
1826	6 novembre	30 »
1827	23 »	1er »
1828	1er janvier	2 »
1829	6 octobre	30 »
1830	12 décembre	21 février
1831	16 novembre	24 mars

1832	3 décembre	24 mars
1833	9 »	15 avril
1834	17 »	12 »
1835	15 novembre	25 mars
1836	28 octobre	3 mai
1837	25 »	10 »
1838	12 »	12 juin
1839	28 »	26 mai
1840	21 novembre	27 mars
1841	14 »	3 »
1842	26 »	13 avril
1843	9 »	11 »
1844	3 décembre	21 mars
1845	22 novembre	15 avril
1846	4 décembre	21 mars
1847	8 »	17 avril
1848	5 novembre	10 »
1849	15 »	20 »
1850	23 octobre	9 »
1851	3 novembre	29 »
1852	18 janvier	2 mars
1853	26 novembre	31 mai
1854	9 »	19 février
1855	3 décembre	11 avril
1856	12 novembre	4 mai
1857	14 »	24 avril
1858	5 décembre	9 mai
1859	23 octobre	30 mars
1860	12 »	25 avril
1861	24 novembre	5 mai
1862	26 »	14 avril
1863	3 décembre	21 mars
1864	24 novembre	30 »
1865	9 janvier	31 »
1866	31 décembre	2 avril

1867	5 octobre	23 mai
1868	6 novembre	13 avril
1869	27 octobre	5 »
1870	11 novembre	13 mars
1871	12 »	16 »
1872	10 »	24 »
1873	4 janvier	28 avril
1874	15 novembre	13 mars
1875	20 »	2 »
1876	1er »	12 avril
1877	20 »	24 »
1878	30 octobre	30 mars
1879	16 »	10 mai
1880	31 décembre	12 février
1881	31 octobre	22 avril
1882	21 novembre	27 mars
1883	5 décembre	24 avril
1884	11 octobre	29 février
1885	28 septembre	3 mars

Les dates moyennes de cette longue période sont :

le 16 novembre pour la première neige
le 8 avril » dernière »

On voit qu'elles ne s'écartent pas beaucoup des dates
vées dans une période relativement courte de 15 ans

Les dates extrêmes sont :

le 28 septembre 1885
le 12 juin 1838.

Nous avons relevé, pour la plupart des stations, les
d'eau assez nombreuses atteignant ou dépassant 30 m
vingt-quatre heures.

Douvaine.

35,5	le 2 février	1897.	37,0	» 18	mai
52,8	» 13 mars	1897.	39,9	» 14	»

48,0	le 30 mai	1877.	35,5	le 20 août	1897.
34,5	» 5 juin	1882.	39,4	» 14 »	1890.
37,0	» 3 »	1886.	58,5	» 23 »	1897.
37,2	» 26 »	1888.	65,0	» 28 »	1881.
38,0	» 28 »	1890.	32,0	» 1 septembre	1890.
39,8	» 15 »	1889.	35,0	» 8 »	1885.
42,0	» 27 »	1897.	39,4	» 28 »	1883.
43,0	» 6 »	1883.	42,0	» 26 »	1885.
43,0	» 15 »	1898.	44,0	» 13 »	1882.
48,0	» 26 »	1898.	48,0	» 1 »	1881.
32,0	» 15 juillet	1886.	68,5	» 29 »	1885.
40,0	» 27 »	1886.	32,4	» 6 octobre	1886.
40,5	» 6 »	1885.	72,0	» 10 »	1889.
30,7	» 24 août	1886.	40,0	» 1 novembre	1898.
31,2	» 14 »	1887.	43,0	» 28 »	1881.
33,0	» 24 »	1890.	44,5	» 15 »	1882.
33,3	» 17 »	1887.	48,0	» 29 »	1898.
34,0	» 21 août	1887.	71,8	» 8 »	1886.
35,0	» 24 »	1881.	37,3	» 16 décembre	1886.

Saint-Julien.

66	le 2 février	1886.	61	le 19 septembre	1886.
31	» 16 août	1886.	70	» 21 »	1886.
36	» 15 »	1882.	32	» 17 octobre	1886.
42	» 28 »	1881.	47	» 21 »	1881.
31	» 26 septembre	1885.	41	» 7 novembre	1886.
32	» 27 »	1885.	86	» 8 »	1886.
34	» 25 »	1885.	33	» 29 décembre	1886.
37	» 13 »	1882.	41	» 14 »	1886.
39	» 8 »	1885.	47	» 20 »	1886.
51	» 28 »	1885.			

Thonon.

40,0	(neige) le 25 février	1895.	50,0	le 11 mars	1891.
31,7	le 28 mars	1895.	31,0	» 17 mai	1899.

34,8	»	8 »	1890.	39,6	le 25 août
31,0	»	30 juin	1899.	42,9	» 6 »
36,1	»	15 »	1898.	37,0	» 9 septembre
38,5	»	9 »	1891.	49,5	» 24 »
40,3	»	29 »	1890.	33,0	» 26 octobre
42,0	»	26 »	1898.	36,4	» 20 »
31,3	»	25 juillet	1893.	42,0	» 12 »
34,1	»	4 »	1891.	47,7	» 1 »
45,5	»	10 »	1893.	31,0	» 29 novembre
31,1	»	24 août	1890.	31,9	» 1 »
36,4	»	14 »	1890.	36,0	» 14 »
36,5	»	28 »	1895.	37,2	» 12 »
38,1	le	7 août	1896.	46,8	» 3 »
39,1	»	29 »	1890.	50,1	» 25 »

Evian.

37,4	le	22 mars	1882.	36,4	le 28 septembre
30,3	»	27 mai	1881.	42,0	» 13 »
35,8	»	28 »	1881.	52,3	» 25 »
32,0	»	5 juin	1882.	54,0	» 25 »
33,0	»	14 »	1888.	54,6	» 2 »
39,2	»	15 »	1889.	36,5	» 20 octobre
43,5	»	20 »	1889.	37,8	(neige) le 25 oct.
60,2	»	14 »	1889.	39,2	le 22 octobre
72,3	»	19 »	1882.	66,7	» 10 »
34,2	»	17 août	1887.	160,0	» 3 »
38,6	»	1 »	1888.	32,3	» 29 novembre
75,4	»	28 »	1881.	34,5	» 15 »
34,5	»	28 septembre	1883.	33,2	» 15 décembre

Saint-Gingolph.

36,1	le	22 mars	1889.	30,5	» 7 »
62,5	»	10 avril	1889.	30,5	» 11 »
77,0	»	30 »	1889.	30,5	» 13 »
30,5	»	5 mai	1889.	30,5	» 15 »

le 5 juin	1888.	48,3	le 25 juillet		1889.
» 5 »	1889.	48,5	» 28	»	1889.
» 13 »	1889.	52,0	» 27	»	1889.
» 15 »	1889.	53,5	» 19	»	1884.
» 7 »	1889.	30,0	» 31	août	1885.
» 11 »	1889.	30,2	» 22	»	1888.
» 3 »	1886.	33,0	» 18	»	1888.
» 27 »	1883.	37,0	» 17	»	1887.
» 27 »	1889.	46,2	» 27	»	1884.
» 24 »	1889.	48,0	» 21	»	1887.
» 28 »	1889.	50,0	» 1	»	1888.
» 31 juillet	1888.	30,9	» 10	septembre	1885.
» 15 »	1886.	35,4	» 25	»	1885.
le 14 juillet	1887.	43,2	» 5	»	1885.
» 26 »	1889.	43,5	» 11	octobre	1885.
» 23 »	1889.	50,4	» 26	»	1885.
» 29 »	1889.	31,5	» 16	décembre	1886.

Abondance.

le 12 mai	1898.	30,0	le 7	août	1898.
» 30 juin	1899.	33,1	» 8	»	1898.

Le Biot.

(neige) le 19 janv.	1886.	30,1	» 14	»	1885.
le 2 janvier	1899.	52,1	» 5	»	1884.
» 23 »	1888.	30,0	» 21	juin	1889.
» 15 »	1889.	30,0	» 24	»	1889.
» 14 »	1889.	34,8	» 6	»	1896.
» 3 »	1889.	35,0	» 15	»	1888.
neige) le 4 février	1886.	35,5	» 11	»	1896.
le 23 mars	1887.	36,2	» 26	»	1889.
» 28 »	1888.	45,4	» 12	»	1896.
» 9 avril	1886.	48,0	» 15	»	1889.
» 8 »	1886.	50,0	» 14	»	1889.
» 2 mai	1888.	30,0	» 14	juillet	1899.

30,0 le 16 juillet	1887.	30,3 le 8 octobre	
30,0 » 28 »	1888.	30,6 » 6 »	
30,0 » 14 »	1886.	30,8 » 9 »	
30,9 » 27 »	1889.	31,3 » 4 »	
36,0 » 25 »	1883.	33,0 (neige) le 14 oct.	
40,3 » 19 »	1884.	34,9 le 22 octobre	
31,4 » 14 août	1887.	38,6 » 23 »	
32,7 » 10 »	1883.	40,0 » 14 »	
35,4 » 19 »	1887.	40,1 » 18 »	
35,4 » 22 »	1887.	43,7 (neige) le 19 oct.	
35,5 » 8 »	1898.	45,0 le 15 octobre	
38,0 le 27 août	1896.	61,0 » 10 »	
45,0 » 3 »	1888.	94,0 » 2 »	
50,2 » 17 »	1887.	140,0 » 3 »	
34,0 (neige) le 27 sept.	1885.	30,6 » 9 novembre	
36,1 le 3 septembre	1885.	81,8 » 29 »	
36,4 » 6 »	1896.	40,0 » 8 »	
38,9 » 23 »	1883.	50,1 » 5 »	
41,3 » 25 »	1885.	36,0 » 9 décembre	
[illegible] » 7 »	1888.	38,0 » 16 »	
46,1 » 5 »	1883.	38,4 » 20 »	
88,4 » 26 »	1896.	46,0 » 4 »	
[illegible] » [illegible] octobre	1896.	48,0 » 10 »	

Sarrebourg.

[illegible]	[illegible]	[illegible] le 30 juin
[illegible]	[illegible]	[illegible] » 26 »
[illegible]	[illegible]	[illegible] » 22 juillet
[illegible]	[illegible]	[illegible] » 16 août
[illegible]	[illegible]	[illegible] » 23 »
[illegible]	[illegible]	[illegible] » 28 »
[illegible]	[illegible]	[illegible] » [illegible] »
[illegible]	[illegible]	[illegible] » [illegible] »
[illegible]	[illegible]	[illegible] » [illegible] »
[illegible]	[illegible]	[illegible] » [illegible] septembre

0	le 16 septembre	1897.	60,0	le 4 septembre	1897.
5	» 24 »	1896.	67,8	» 26 »	1896.
5	» 7 »	1897.	30,0	» 20 octobre	1896.

Les Gets.

0	(neige) le 14 janv.	1896.	40,2	le 11 juin	1882.
5	» » 7 »	1886.	50,5	» 30 »	1890.
7	le 24 janvier	1890.	56,0	» 11 »	1896.
7	» 24 »	1893.	65,3	» 3 »	1886.
6	» 18 février	1885.	75,0	» 26 »	1896.
1	» 15 »	1889.	31,1	» 29 juillet	1886.
9	(neige) le 4 fév.	1886.	32,3	» 17 »	1882.
5	le 5 mars	1886.	32,5	» 16 »	1883.
1	(neige) le 13 mars	1888.	33,0	» 25 »	1884.
5	le 7 mars	1881.	35,3	» 28 »	1889.
2	» 16 »	1893.	36,6	» 10 »	1886.
5	(neige) le 2 mars	1886.	37,8	» 21 »	1883.
5	le 8 mars	1886.	38,0	» 23 »	1881.
	» 10 »	1886.	40,2	» 19 »	1884.
	» 24 »	1881.	40,5	» 13 »	1882.
	» 9 »	1886.	41,9	» 11 »	1884.
	(neige) le 18 avril	1884.	43,5	» 29 »	1889.
	le 26 avril	1882.	46,2	» 6 »	1890.
	» 14 »	1882.	49,5	» 17 »	1886.
	» 6 mai	1884.	51,7	» 1er »	1890.
	» 6 »	1885.	30,1	» 17 août	1887.
	» 24 »	1893.	37,0	le 31 août	1896.
	» 5 juin	1882.	37,5	» 25 »	1882.
	» 26 »	1881.	38,3	» 16 »	1882.
	» 11 »	1885.	40,1	» 26 »	1882.
	» 15 »	1888.	40,5	» 23 »	1886.
	» 19 »	1882.	40,7	» 4 »	1885.
	» 6 »	1881.	40,9	» 18 »	1887.
	» 8 »	1881.	41,3	» 20 »	1887.
	» 8 »	1882.	45,5	» 10 »	1883.

46,0	le	16	août	1896.	50,9	le 4 octobre
51,5	»	2	»	1887.	54,7	» 17 »
54,9	»	13	»	1889.	67,7	» 13 »
56,1	»	22	»	1891.	78,5	» 15 »
58,8	»	23	»	1888.	31,4	» 25 novembre
104,0	»	17	»	1881.	32,0	(neige) le 5 nov.
30,0	»	21	septemb.	1883.	32,6	le 10 novembre
30,9	»	7	»	1888.	32,9	» 3 »
41,5	»	8	»	1888.	35,3	» 13 »
45,7	»	23	»	1889.	46,4	» 8 »
48,0	»	27	»	1883.	54,5	» 8 »
54,5	»	5	»	1885.	92,2	» 30 »
30,1	»	30	octobre	1885.	30,0	(neige) le 4 déc.
31,1	»	22	»	1883.	30,1	le 10 décembre
32,3	»	9	»	1885.	30,4	» 27 »
32,4	»	25	»	1887.	32,4	(neige) le 22 déc.
32,8	»	11	»	1889.	33,5	le 9 décembre
34,2	»	10	»	1885.	35,7	(neige) le 17 déc.
35,4	»	9	»	1885.	42,0	le 16 décembre
42,4	»	21	»	1883.	51,5	» 8 »
47,1	»	3	»	1888.	54,2	» 21 »

Saint-Julien.

35,0	(neige)	le	2 janv.	1898.	34,8	le 1er octobre
33,1	le	11	mai	1898.	42,0	le 1er novembre
33,5	le	18	»	1898.	50,7	le 29 »

Annemasse.

30,9	(neige)	le	15 fév.	1888.	33,3	le 15 avril
36,3	le	15	février	1889.	53,5	» 30 »
31,0	»	19	mars	1897.	30,4	» 24 mai
36,0	»	11	»	1891.	31,5	» 24 »
35,3	neige	le	28 mars	1898.	39,0	» 14 »
46,3	le	13	mars	1897.	54,0	» 30 »

2 juin	1896.	31,0	le 26	octobre	1882.
15 »	1889.	31,5	» 23	»	1896.
3 »	1889.	32,5	» 23	»	1881.
14 »	1889.	32,8	» 11	»	1895.
26 »	1898.	35,3	» 8	»	1891.
11 juillet	1894.	36,0	» 17	»	1891.
4 »	1891.	42,0	» 20	»	1883.
13 août	1887.	43,2	» 20	»	1896.
16 »	1897.	44,0	» 4	»	1888.
14 »	1890.	49,2	» 3	»	1888.
21 »	1887.	54,5	» 21	»	1881.
17 »	1887.	60,5	» 1er	»	1893.
23 »	1897.	73,6	» 10	»	1889.
25 septembre	1888.	31,9	» 12	novembre	1891.
9 »	1887.	32,1	» 1er	»	1898.
4 »	1897.	39,5	» 29	»	1881.
13 »	1882.	40,3	» 2	»	1895.
24 »	1893.	40,7	» 15	»	1882.
28 septembre	1883.	42,3	» 14	»	1891.
8 »	1885.	55,5	» 29	»	1898.
28 »	1885.	56,1	» 25	»	1891.
25 »	1885.	63,3	» 8	»	1886.
1er »	1881.	30,5	» 12	décembre	1893.
16 octobre	1899.	32,5	» 16	»	1886.

Bonneville.

0) le 23 janv.	1893.	56,5	le 10	mai	1893.
8 février	1885.	95,3	» 11	»	1893.
6 »	1895.	33,0	» 14	juin	1889.
5 »	1889.	35,7	» 26	»	1898.
8 mars	1896.	43,0	» 3	»	1889.
3 »	1897.	56,0	» 29	»	1890.
9 mai	1893.	66,0	» 15	»	1889.
4 »	1893.	32,0	» 14	juillet	1883.
6 »	1894.	33,6	» 13	»	1896.

34,8	»	15	»	1886.	41,2	le 3	septembre
37,8	»	25	»	1884.	43,2	» 5	»
51,6	»	31	»	1895.	43,5	» 5	»
51,7	»	22	»	1893.	46,6	» 8	»
53,0	»	11	»	1894.	30,2	» 20	octobre
32,4	»	24	»	1890.	30,3	» 18	»
35,6	»	14	»	1890.	31,8	» 17	»
37,1	»	1er	»	1888.	33,0	» 21	»
38,5	»	25	»	1890.	34,1	» 20	»
42,0	»	22	»	1887.	35,0	» 13	»
44,5	»	3	»	1894.	36,5	» 22	»
46,4	»	23	»	1897.	43,0	» 12	»
47,2	le	17	juillet	1887.	44,0	» 1er	»
48,1	»	20	»	1897.	46,5	» 24	»
30,3	»	26	août	1885.	32,6	» 18	novembre
31,8	»	29	»	1885.	43,2	» 3	»
33,0	»	28	»	1885.	31,0	» 9	décembre
33,0	»	[illegible]	»	1888.	32,4	» 30	»
33,5	»	28	septembre	1883.	34,0	» 10	»
34,5	»	6	»	1883.	36,0	» 16	»
38,[illegible]	»	[illegible]	»	1890.	47,0	» 30	»

Boëge.

[illegible]	le	15	janvier	1898.	31,0	le 2	juillet
[illegible]	»	14	»	1898.	30,7	» 12	octobre
[illegible]	»	26	avril	1899.	[illegible]	» 1er	»
[illegible]	»	[illegible]	mai	1898.	34,0	» 7	»
[illegible]	»	26	juin	1898.			

M[illegible].

[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	le 3	février
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	neige	le 2	fév.
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	15	février
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	neige	le 4	fév.

36,4	le 8	mars	1896.	42,2	le 17 juillet 1882.
38,5	» 11	»	1891.	47,7	» 15 » 1886.
46,8	» 20	»	1897.	75,5	» 14 » 1887.
53,7	(neige) le 13	mars	1897.	30,0	» 25 août 1890.
65,6	le 9	mars	1896.	32,0	» 24 » 1890.
32,0	» 8	avril	1899.	32,3	» 23 » 1891.
35,8	» 5	»	1897.	32,6	» 25 » 1897.
39,7	» 30	»	1899.	34,3	» 17 » 1897.
30,9	» 28	mai	1881.	36,4	» 29 » 1890.
31,0	» 25	»	1899.	36,6	» 19 » 1891.
47,0	» 30	»	1876.	37,0	» 14 » 1890.
30,1	» 29	juin	1885.	37,2	» 20 » 1897.
30,1	» 11	»	1896.	37,5	» 2 » 1887.
30,9	» 21	»	1897.	38,0	» 22 » 1888.
31,0	» 6	»	1886.	38,8	» 1er » 1888.
32,9	» 30	»	1899.	43,7	» 17 » 1887.
34,5	» 14	»	1889.	43,7	» 18 » 1881.
35,1	» 5	»	1886.	43,9	» 21 » 1887.
42,0	» 26	»	1898.	44,8	» 16 » 1896.
42,1	» 5	»	1882.	51,3	» 28 » 1881.
43,3	» 22	»	1899.	30,5	» 8 septembre 1888.
43,5	» 6	»	1897.	31,5	» 21 » 1891.
45,0	» 3	»	1887.	35,3	» 13 » 1882.
48,9	» 12	»	1896.	40,3	» 7 » 1897.
54,1	» 15	»	1889.	40,5	» 5 » 1885.
61,6	» 29	»	1890.	40,9	» 29 » 1882.
30,1	» 9	juillet	1886.	69,0	» 26 » 1896.
33,8	» 6	»	1890.	30,0	» 11 octobre 1885.
34,4	» 4	»	1891.	33,7	» 12 » 1898.
36,1	» 13	»	1882.	34,1	» 3 » 1888.
36,4	» 27	»	1889.	36,2	» 20 » 1896.
36,4	» 19	»	1894.	42,4	» 4 » 1888.
37,6	» 11	»	1884.	32,8	» 15 » 1882.
39,5	» 6	»	1885.	40,6	» 27 » 1882.
41,0	» 25	»	1884.	43,5	» 8 » 1868.

30,4 (neige) le 15 déc.	1887.	35,8 le 9 décembre	
32,9 le 16 décembre	1886.	42,1 » 27 »	
33,9 » 28 »	1882.	46,1 (neige) le 26 dé	
35,5 » 30 »	1891.	59,3 le 10 décembr	

Sallanches.

35,4 le 14 janvier	1898.	36,5 le 16 juillet	
38,0 (neige) le 24 janv.	1893.	36,5 » 13 »	
57,2 » 15 janvier	1898.	40,0 » 27 »	
65,0 (neige) le 23 janv.	1893.	30,9 » 14 août	
31,2 le 18 février	1885.	31,5 » 5 »	
35,7 » 22 »	1893.	35,6 » 30 »	
36,9 (neige) le 4 février	1898.	39,6 » 20 »	
41,0 le 15 février	1889.	41,4 le 22 août	
56,6 (neige) le 4 février	1886.	44,0 » 1 »	
33,8 le 2 mars	1886.	45,3 » 18 »	
39,4 » 25 avril	1895.	48,7 » 1 »	
35,3 » 29 »	1899.	66,3 » 28 »	
37,4 » 7 »	1899.	108,1 » 31 »	
35,4 » 13 mai	1898.	30,5 » 8 septemb	
31,9 » 15 juin	1889.	30,7 » 13 »	
[illegible]	1893.	34,8 » 24 »	
[illegible]	[illegible]	37,3 28 »	
[illegible]	[illegible]	[illegible] 5 »	
[illegible]	[illegible]	[illegible] 23 »	
[illegible]	[illegible]	[illegible] 30 octobre	
[illegible]	[illegible]	[illegible] 18 »	
[illegible]	[illegible]	[illegible] 7 »	
[illegible]	[illegible]	[illegible] 1 »	
[illegible]	[illegible]	[illegible]	
[illegible]	[illegible]	[illegible] 22 »	
[illegible]	[illegible]	[illegible] 5 »	
[illegible]	[illegible]	[illegible] 8 novemb	
[illegible]	[illegible]	[illegible]	

38,6	le 27 novemb.	1882.	33,2	le 27 décembre	1882.
39,0	» 30 »	1885.	33,5	» 23 »	1882.
42,0	» 21 »	1882.	36,3	» 31 »	1895.
108,4	» 13 »	1895.	38,0	» 5 »	1882.
31,6	» 30 décemb.	1895.	45,4	» 10 »	1887.
32,3	» 30 »	1891.	47,3 (neige)	le 15 déc.	1891.
32,8	» 9 »	1887.	49,7	le 21 décembre	1884.

Mégève.

31,1	le 12 janvier	1885.	35,3	le 5 juillet	1891.
34,2	» 21 »	1891.	36,5	» 10 »	1894.
58,4	» 22 »	1891.	37,3	» 5 »	1888.
31,2 (neige)	le 3 fév.	1893.	39,1	» 16 »	1882.
31,3 (neige)	» 22 »	1893.	42,3	» 4 »	1895.
47,5	le 15 février	1889.	30,2	» 30 août	1890.
89,7 (neige)	le 4 fév.	1886.	30,5	» 23 »	1888.
31,4	le 5 mars	1885.	31,0	» 19 »	1887.
33,9	» 5 »	1886.	31,7	» 6 »	1891.
35,8	» 2 »	1886.	34,1	» 18 »	1888.
38,5	» 11 »	1888.	37,2	» 29 »	1882.
30,7	» 5 mai	1885.	43,9	» 20 »	1889.
31,4	» 10 »	1883.	51,1	le 26 août	1886.
37,1	» 5 »	1884.	51,6	» 1 »	1888.
45,0	» 30 »	1877.	65,0	» 22 »	1891.
32,9	» 13 juin	1890.	65,9	» 17 »	1881.
36,1	» 11 »	1893.	70,6	» 27 »	1881.
42,1	» 15 »	1889.	31,4	» 28 septembre	1885.
53,2	» 3 »	1887.	31,7	» 24 »	1886.
75,2	» 29 »	1890.	34,7	» 26 »	1885.
30,7	» 8 juillet	1888.	39,2	» 28 »	1882.
31,2	» 5 »	1882.	39,3	» 8 »	1888.
31,4	» 8 »	1891.	41,2	» 27 »	1883.
33,1	» 14 »	1889.	64,0	» 5 »	1885.
34,3	» 15 »	1886.	30,0	» 3 octobre	1891.

30,0	le 25 octobre	1882.	41,2	le 25 novembre	
33,2	» 18 »	1883.	46,4	» 9 »	
35,0	» 11 »	1883.	55,1	» 26 »	
35,2	» 31 »	1887.	55,7	» 30 »	
35,7	» 10 »	1889.	30,1	» 13 décembre	
39,2	» 22 »	1882.	35,2	» 10 »	
42,2	» 11 »	1889.	37,9	» 25 »	
42,4	» 29 »	1885.	39,7	» 11 »	
44,0	» 17 »	1883.	51,7	» 27 »	
47,3	» 5 »	1893.	71,9	(neige) le 23 déc.	
37,2	(neige) le 9 nov.	1886.	118,0	(neige) » 5 »	
38,4	le 20 novembre	1882.			

Les Contamines.

41,7	le 1 janvier	1883.	30,0	le 22 septembre	
53,0	» 2 février	1886.	31,5	» 5 »	
33,5	(neige) le 7 mars	1886.	34,0	» 25 »	
52,0	(neige) » 2 »	1886.	35,6	» 28 »	
45,0	le 6 mai	1884.	36,7	» 23 »	
30,6	» 22 juin	1882.	37,2	» 2 »	
32,2	» 8 »	1882.	39,8	» 1 »	
42,7	» 3 »	1887.	42,0	» 13 »	
30,0	» 14 juillet	1887.	64,7	» 5 »	
30,4	» 17 »	1882.	48,0	» 23 octobre	
34,0	» 15 »	1886.	38,0	» 10 novembre	
38,5	» [illegible]	1882.	40,0	» 26 »	
46,6	» 18 »	1887.	49,1	» 27 »	
[illegible]	» 14 août	1887.	74,3	» 30 »	
[illegible]	[illegible]	1882.	[illegible]	» 30 décembre	
[illegible]	[illegible]	1882.	[illegible]	» 18 »	
[illegible]	» 8	1882.	[illegible]	» 5 »	
[illegible]	[illegible]	1882.	[illegible]	» [illegible] »	
[illegible]	» 8	1882.	[illegible]	» [illegible] »	
[illegible]	» 28 »	1882.			

Chamonix.

34,0 (neige)	le 14	janv. 1898.	44,6	le 22	août 1888.
42,0 (neige)	» 12	» 1898.	47,0	» 18	» 1888.
45,8	le 1	janvier 1883.	47,3	» 20	» 1897.
49,0 (neige)	le 13	janv. 1898.	54,4	» 18	» 1881.
31,4	le 2	février 1886.	56,8	» 28	» 1881.
39,0	» 4	» 1886.	67,0	» 22	» 1891.
38,2 (neige)	le 2	mars 1886.	30,0	» 29	septembre 1882.
30,0 (neige)	» 8	» 1890.	31,2	» 4	» 1884.
30,8	le 11	mars 1889.	31,5	» 23	» 1886.
31,0	» 6	mai 1898.	33,3	» 23	» 1889.
37,8	» 13	» 1898.	36,4	» 13	» 1882.
38,5	» 2	» 1882.	37,8	» 5	» 1883.
30,0	» 8	juin 1882.	41,1	» 3	» 1897.
32,7	» 11	» 1890.	42,7	» 8	» 1888.
37,0	» 15	» 1889.	43,0	» 9	» 1897.
46,8	» 3	» 1887.	52,7	» 5	» 1885.
61,3	» 11	» 1890.	55,6	» 15	» 1897.
33,1	» 1	juillet 1898.	71,4	» 22	» 1883.
33,9	» 12	» 1882.	32,1	» 23	octobre 1882.
35,7	» 21	» 1897.	48,0	» 29	» 1881.
38,3	» 5	» 1888.	52,5	» 18	» 1883.
45,7	» 15	» 1886.	31,2	» 21	novembre 1882.
30,4	» 2	août 1881.	35,7	» 26	» 1882.
30,4	» 14	» 1887.	45,4	» 27	» 1882.
32,1	» 22	» 1897.	53,5	» 30	» 1885.
33,2	» 31	» 1891.	32,1	» 30	décembre 1891.
34,7	» 24	» 1882.	33,0 (neige)	le 4	déc. 1883.
36,3	» 30	» 1882.	37,4 (neige)	» 4	» 1882.
36,5	» 18	» 1886.	37,7	le 27	décembre 1882.
38,3	» 17	» 1881.	40,7 (neige)	le 18	déc. 1884.
44,2	» 26	» 1890.			

Seyssel.

40,0	le	15	janvier	1899.	35,0	» 29 novembre
47,0	»	19	»	1883.	30,0	» 7 décembre
30,0	»	24	avril	1883.	32,5	» 12 »
32,6	»	20	»	1899.	33,0	» 18 »
41,2	»	12	mai	1898.	35,0	» 13 »
30,5	»	26	juin	1898.	37,5	» 21 »
40,3	»	30	»	1899.	40,0	» 14 »
33,5	»	31	octobre	1898.		

Cruseilles.

30,2	le	15	janvier	1899.	43,1	le 10 juin
40,0	»	14	»	1899.	46,0	» 30 »
36,0	»	15	février	1889.	52,2	» 26 »
70,3	»	3	»	1897.	67,2	» 14 »
72,0	»	17	»	1895.	83,4	» 15 »
35,5	»	11	mars	1891.	30,0	» 15 juillet
36,3	»	3	»	1886.	30,1	» 28 »
44,5	»	13	«	1897.	34,5	» 15 »
32,0	»	2	avril	1881.	39,0	» 24 »
46,0	»	8	»	1899.	50,0	» 11 »
30,0	»	26	mai	1884.	54,5	» 16 »
30,3	»	14	»	1885.	30,0	» 16 août
32,5	»	17	»	1898.	30,0	» 15 »
35,1	»	12	»	1898.	30,2	» 14 »
38,5	»	14	»	1886.	34,0	» 1 »
42,0	»	8	»	1890.	36,0	» 21 »
48,0	»	27	»	1881.	36,4	» 5 »
54,0	»	30	»	1877.	36,6	» 27 »
60,0	»	13	»	1891.	38,3	» 20 »
30,2	»	5	juin	1882.	38,8	» 28 »
33,0	»	3	»	1887.	40,0	» 19 »
39,3	»	11	»	1896.	40,2	» 16 »
40,0	»	10	»	1896.	42,6	» 22 »

49,5	le 17 août	1887.	37,7	le 13 octobre	1893.
53,1	» 17 »	1881.	39,0	» 31 »	1898.
71,0	» 23 »	1897.	40,0	» 21 »	1883.
31,0	» 3 septembre	1894.	40,4	» 8 »	1890.
32,0	» 6 »	1881.	42,3	» 4 »	1888.
34,1	» 5 »	1885.	42,5	» 25 »	1882.
32,5	» 28 »	1885.	45,1	» 17 »	1896.
33,6	» 15 »	1882.	46,0	» 7 »	1895.
34,5	» 20 »	1896.	52,1	(neige) le 20 oct.	1898.
41,2	» 15 »	1892.	74,4	le 1 octobre	1893.
42,5	» 27 »	1883.	78,9	» 10 »	1889.
45,0	» 8 »	1885.	134,9	» 3 »	1888.
48,0	» 8 »	1899.	32,7	» 9 novembre	1886.
50,0	» 26 »	1896.	33,3	» 14 »	1891.
59,1	» 4 »	1897.	36,0	» 12 »	1891.
30,0	» 17 octobre	1883.	39,5	» 26 »	1882.
30,0	» 21 »	1894.	44,7	» 25 »	1891.
30,0	» 18 »	1896.	45,1	» 15 »	1882.
30,0	» 18 »	1898.	48,0	» 28 »	1881.
30,3	» 27 »	1890.	51,0	» 3 »	1895.
31,0	» 3 »	1895.	30,0	» 17 décembre	1890.
32,5	» 22 »	1889.	30,0	» 30 »	1895.
32,7	» 16 »	1886.	36,0	» 16 »	1886.
34,6	» 12 »	1889.	42,0	» 28 »	1882.
35,0	» 27 »	1895.	43,0	» 27 »	1882.

Rumilly.

30,7	(neige) le 15 fév.	1888.	48,2	le 3 mars	1886.
34,5	le 3 février	1897.	40,0	» 5 avril	1897.
37,0	» 2 »	1886.	30,3	» 5 mai	1884.
45,0	» 18 »	1885.	31,1	» 27 »	1881.
54,4	» 15 »	1889.	34,2	» 7 »	1885.
30,4	» 28 mars	1888.	40,1	» 12 »	1898.
44,0	» 11 »	1891.	40,7	» 14 »	1886.
48,1	» 12 »	1897.	45,6	» 7 »	1890.

30,2	»	8	juin	1884.	39,2	le 28	septembre
31,5	»	4	»	1882.	39,4	» 12	»
32,5	»	5	»	1881.	41,8	» 4	»
36,2	»	3	»	1887.	60,4	» 26	»
40,0	»	11	»	1896.	30,3	» 11	octobre
46,0	»	14	»	1889.	33,2	» 11	»
46,7	»	26	»	1898.	35,0	» 8	»
48,7	»	10	»	1898.	35,2	» 17	»
50,7	»	30	»	1885.	35,2	» 23	»
57,3	»	20	»	1889.	36,0	» 16	»
30,0	»	31	juillet	1888.	37,4	» 13	»
31,2	»	22	»	1889.	37,8	» 22	»
36,3	»	25	»	1884.	38,0	» 22	»
40,0	»	27	»	1889.	38,1	» 2	»
41,8	»	26	»	1881.	39,6	» 11	»
51,3	»	27	»	1886.	42,0	» 27	»
30,2	»	14	août	1882.	44,5	» 30	»
38,2	»	20	»	1897.	45,0	» 17	»
38,4	»	7	»	1896.	45,0	» 4	»
39,0	»	22	»	1888.	47,3	» 20	»
39,5	»	29	»	1882.	54,8	» 31	»
40,6	»	27	»	1881.	59,2	» 17	»
41,5	»	17	»	1881.	72,6	» 3	»
44,4	»	21	»	1887.	74,0	» 3	»
48,5	»	17	»	1887.	30,0	» 25	novembr
49,8	»	16	»	1897.	31,3	» 14	»
78,7	le	23	août	1897.	33,2	» 12	»
30,0	»	4	septembre	1884.	40,0	» 26	»
31,4	»	1	»	1881.	42,0	» 14	»
31,5	»	5	»	1891.	55,8	» 8	»
33,0	»	5	»	1885.	32,2	» 16	décembr
33,5	»	5	»	1883.	32,8	» 21	»
34,7	»	28	»	1883.	33,6	» 20	»
37,3	»	8	»	1885.	43,0	» 22	»

Annecy.

35,5	le 15	janvier	1898.	41,1	le 5	juin	1882.
45,0	» 18	»	1895.	45,0	» 16	»	1897.
32,0	» 18	février	1885.	47,0	» 14	»	1889.
35,0	» 2	»	1886.	49,0	» 10	»	1898.
42,7	» 2	»	1897.	51,7	» 30	»	1899.
30,0	» 20	mars	1897.	54,3	» 29	»	1890.
33,0	» 11	»	1891.	56,6	» 4	»	1887.
34,4	» 9	»	1896.	58,0	» 26	»	1898.
35,0	» 16	»	1892.	71,0	» 15	»	1889.
40,6	» 6	»	1886.	30,7	» 28	juillet	1889.
72,0	» 13	»	1897.	31,4	» 6	»	1882.
30,0	» 25	avril	1895.	32,0	» 26	»	1878.
32,0	» 11	»	1877.	32,2	» 15	»	1894.
42,6	» 26	»	1895.	35,0	» 14	»	1885.
31,5	» 28	mai	1881.	35,7	» 6	»	1890.
32,0	» 12	»	1898.	36,0	» 27	»	1889.
32,0	» 16	»	1899.	36,5	» 31	»	1888.
33,0	» 22	»	1895.	36,7	» 25	»	1884.
33,4	» 2	»	1882.	37,0	» 29	»	1896.
33,8	» 11	»	1886.	37,7	» 27	»	1881.
34,0	» 11	»	1889.	38,0	» 15	»	1886.
34,2	» 14	»	1886.	51,5	» 27	»	1886.
34,5	» 18	»	1898.	53,5	» 11	»	1894.
35,0	» 28	»	1889.	30,0	» 8	août	1884.
35,0	» 15	»	1885.	30,0	» 24	»	1882.
36,0	» 8	»	1890.	30,0	» 5	»	1895.
43,3	» 24	»	1882.	31,0	» 16	»	1896.
54,0	» 30	»	1877.	31,2	» 24	»	1890.
30,3	» 8	juin	1882.	32,0	» 4	»	1894.
33,0	» 12	»	1896.	33,0	» 20	»	1891.
34,0	» 11	»	1896.	33,0	» 23	»	1891.
36,0	» 5	»	1878.	37,0	» 6	»	1890.
36,4	» 3	»	1889.	39,7	» 22	»	1877.

39,7	le	20	août	1897.	33,0	le 12	octobre
41,8	»	7	»	1887.	34,7	» 17	»
42,0	»	5	»	1897.	36,0	» 13	»
43,4	»	25	»	1890.	37,5	» 27	»
45,8	le	18	»	1881.	40,0	» 28	»
46,5	»	16	»	1897.	40,3	» 26	»
48,0	»	16	»	1878.	40,4	» 8	»
49,3	»	14	»	1890.	41,0	» 9	»
52,0	»	1	»	1895.	44,0	» 31	»
54,0	»	22	»	1888.	45,0	» 19	»
68,0	»	20	»	1881.	46,0	» 21	»
72,0	»	23	»	1897.	53,5	» 20	»
31,0	»	5	septembre	1884.	54,0	» 4	»
31,6	»	8	»	1888.	57,7	» 22	»
33,4	»	20	»	1896.	58,9	» 10	»
34,0	»	28	»	1885.	68,9	» 1	»
34,4	»	2	»	1881.	96,6	» 3	»
34,4	»	8	»	1896.	30,0	» 4	novembre
35,0	»	18	»	1876.	31,9	» 9	»
35,7	»	15	»	1891.	32,0	» 9	»
38,[illegible]	»	9	»	1899.	32,2	» 3	»
41,0	»	16	»	1897.	32,8	» 16	»
44,7	»	9	»	1877.	33,0	» 27	»
45,0	»	8	»	1885.	38,5	» 20	»
45,0	»	4	»	1897.	39,0	» 18	»
47,0	»	13	»	188[illegible].	40,0	» 12	»
[illegible]	»	14	»	1896.	[illegible]	» 29	»
[illegible]	»	[illegible]	»	1896.	[illegible]	24	»
[illegible]		[illegible]	»	1885.	[illegible]	3	»
[illegible]		3	octobre	[illegible]	[illegible]	8	»
[illegible]	»	3		[illegible]	[illegible]	» 18	décembre
[illegible]			»	[illegible]	[illegible]	» 15	»
[illegible]		[illegible]		[illegible]	[illegible]	» [illegible]	»
[illegible]		[illegible]		[illegible]	[illegible]	» [illegible]	»
[illegible]				[illegible]	[illegible]	» [illegible]	»

décembre	1882.	53,0	le 16	décembre	1886.
»	1895.				

Thônes.

janvier	1899.	33,6	le 13	jnillet	1899.
»	1886.	35,0	» 2	»	1899.
»	1886.	36,0	» 25	»	1883.
»	1886.	38,0	» 22	»	1881.
»	1899.	45,0	» 3	»	1899.
le 3 janv.	1899.	47,0	» 25	»	1884.
janvier	1883.	30,5	» 29	août	1882.
»	1899.	31,0	» 16	»	1882.
»	1899.	31,0	» 18	»	1891.
»	1899.	32,0	» 17	»	1881.
mars	1882.	42,0	» 30	»	1882.
»	1885.	43,0	le 28	août	1881.
avril	1899.	50,0	» 18	»	1881.
»	1899.	30,0	» 17	septembre	1899.
»	1899.	36,0	» 3	»	1881.
mai	1882.	39,0	» 8	»	1885.
»	1885.	39,0	» 29	»	1885.
»	1899.	40,0	» 13	»	1882.
»	1881.	41,2	» 15	»	1891.
»	1885.	43,0	» 28	»	1882.
juin	1883.	43,0	» 5	»	1885.
»	1884.	45,0	» 28	»	1883.
»	1899.	48,0	» 22	»	1883.
»	1882.	51,0	» 5	»	1884.
»	1882.	32,0	» 18	octobre	1891.
»	1898.	32,5	» 12	»	1898.
juillet	1882.	32,9	» 21	»	1891.
»	1882.	33,2	» 31	»	1898.
»	1882.	34,0	» 21	»	1883.
»	1883.	35,0	» 13	»	1899.
»	1882.	36,9	» 13	»	1891.

38,0	»	10	»	1884.	46,0	» 26	»
40,5	»	17	»	1898.	54,0	» 9	»
41,0	»	22	»	1883.	81,0	» 27	»
57,0	»	18	»	1883.	32,0	» 28	décembre
30,8	»	18	novembre	1891.	32,0	» 17	»
34,0	»	21	»	1882.	34,0	» 21	»
37,6	»	10	»	1891.	35,0	» 26	»
38,0	»	8	»	1883.	35,6 (neige)	le 20	déc.
39,0	»	15	»	1882.	36,0	» 23	»
41,0	»	9	»	1883.	52,0	» 5	»
45,6	»	14	»	1891.			

Talloires.

40,0	le	13	février	1888.	36,0	le 17	août
40,0	»	12	»	1889.	38,0	» 13	»
30,0	»	23	avril	1891.	40,0	» 2	»
38,0	»	21	»	1890.	40,0	» 22	»
30,0	»	4	mai	1891.	40,0	» 20	»
30,0	»	18	»	1898.	48,0	» 19	»
32,0	»	28	»	1889.	60,0	» 21	»
43,0	»	14	»	1891.	33,0	» 12	septembre
30,0	»	23	»	1889.	33,0	» 8	»
36,0	»	30	»	1888.	33,0	» 13	octobre
56,0	»	26	»	1898.	36,0	» 3	»
60,0	»	15	»	1889.	36,0	» 7	»
60,0	»	3		1887.	36,0	» 17	»
[illegible]	»	29	»	1890.	44,0	» 13	»
35,0	»	4	juin	1891.	44,0	» 4	»
35,0	»	6	»	1890.	48,0	» 31	»
37,0	»	18		1887.	64,0	» 3	»
42,0	»	3	juillet	1887.	35,0	» 14	novembre
48,0	»	28	»	1889.	42,0	» 3	»
[illegible]	»	[illegible]		1889.			

Leschaux.

le	1er janvier	1883.	46,2	le	14 juillet		1885.
»	2 février	1886.	48,8	»	27	»	1881.
»	19 »	1885.	52,5	»	4	»	1891.
»	5 »	1886.	56,4	»	27	»	1889.
»	22 mars	1882.	31,0	»	22 août		1888.
»	7 »	1886.	33,5	le	30 août		1882.
»	16 »	1893.	39,5	»	27	»	1884.
»	26 »	1890.	46,6	»	18	»	1881.
»	10 avril	1886.	59,0	»	21	»	1887.
»	2 »	1889.	70,4	»	28	»	1881.
»	2 mai	1882.	89,7	»	23	»	1889.
»	5 »	1882.	30,0	»	8 septembre		1888.
»	14 »	1885.	36,5	»	25	»	1885.
»	28 »	1889.	37,6	»	28	»	1883.
»	10 »	1883.	38,2	»	8	»	1885.
»	1er »	1889.	39,0	»	2	»	1888.
»	13 juin	1890.	42,7	»	5	»	1883.
»	8 »	1882.	44,0	»	26	»	1885.
»	3 »	1883.	45,5	»	5	»	1884.
»	21 »	1889.	55,1	»	5	»	1885.
»	8 »	1884.	30,0	»	17 octobre		1886.
»	3 »	1889.	32,0	»	27	»	1885.
»	5 »	1882.	34,0	»	4	»	1883.
»	14 »	1889.	36,2	»	21	»	1881.
»	22 »	1883.	38,5	»	18	»	1883.
»	12 »	1882.	39,2	»	23	»	1889.
»	3 »	1887.	43,2	»	10	»	1889.
»	29 »	1890.	43,6	»	22	»	1883.
»	15 »	1889.	57,0	»	3	»	1888.
»	15 juillet	1886.	63,0	»	23	»	1882.
»	27 »	1886.	33,7	»	15 novembre		1882.
»	25 »	1884.	34,2	»	13	»	1883.
»	6 »	1890.	38,8	»	29	»	1881.

40,0	le 27	novembre	1882.	40,0	le 19	décembre	1887.
42,0	» 30	»	1885.	40,0	» 30	»	1891.
60,0	» 8	»	1886.	60,7	» 27	»	1882.
31,1	» 24	décembre	1882.	98,0	» 17	»	1886.
31,9	» 26	»	1882.				

Faverges.

34,0	le 13	janvier	1899.	31,0	le 1er	juillet	1885.
35,0	» 12	»	1899.	31,5	» 15	»	1886.
38,0	» 22	»	1888.	34,4	» 27	»	1889.
39,0	(neige) le 2	janv.	1899.	36,0	» 1er	»	1888.
53,0	le 14	janvier	1899.	37,0	» 23	»	1899.
30,0	» 4	février	1898.	40,4	» 28	»	1889.
33,0	» 3	»	1898.	50,0	» 2	»	1899.
33,0	» 2	»	1886.	33,0	» 27	août	1884.
56,0	» 27	»	1886.	40,0	» 19	»	1889.
64,5	(neige) le 4	fév.	1886.	63,3	» 1er	»	1888.
37,2	le 3	mars	1886.	32,3	» 23	septembre	1883.
37,4	» 7	»	1885.	33,2	» 28	»	1883.
30,0	7	avril	1899.	30,4	» 18	octobre	1883.
30,0	» 13	»	1899.	31,1	» 23	»	1889.
30,0	15	mai	1899.	35,0	» 4	»	1888.
31,0	11	»	1898.	37,5	» 18	»	1886.
31,2	28		1898.	46,5	» 16	»	1886.
[illegible]	[illegible]		1885.	47,9	12	»	1883.
[illegible]	[illegible]		1899.	58,1	11	»	1889.
[illegible]	[illegible]		1898.	38,5	3	novembre	1888.
[illegible]	[illegible]		1885.	[illegible]	8	»	1886.
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	9	»	1886.
[illegible]	[illegible]		[illegible]	[illegible]	8	décembre	1886.
[illegible]	[illegible]		[illegible]	[illegible]	[illegible]	»	1886.
[illegible]	[illegible]		[illegible]	[illegible]	[illegible]	»	1887.
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	février	1884.
[illegible]	» 28	[illegible]	1885.	39,2	» 1[illegible]		1883.

»	28 mars	1883.	31,0	»	8 septembre	1888.
»	6 »	1886.	31,6	»	25 »	1885.
»	27 »	1882.	31,7	»	23 »	1886.
»	3 »	1886.	31,9	»	23 »	1883.
»	20 avril	1886.	32,4	»	28 »	1883.
»	5 mai	1884.	33,0	»	4 »	1884.
»	2 »	1882.	35,2	»	5 »	1884.
»	5 »	1882.	35,6	»	25 »	1890.
»	2 »	1883.	38,7	»	24 »	1890.
»	9 »	1882.	39,1	»	5 »	1883.
»	7 »	1885.	43,0	»	13 »	1882.
»	15 »	1885.	46,0	»	5 »	1885.
»	30 juin	1888.	30,1	»	21 octobre	1886.
»	10 »	1883.	31,0	»	11 »	1885.
»	5 »	1882.	32,0	»	1er »	1888.
»	3 »	1887.	32,4	»	10 »	1885.
»	17 juillet	1882.	34,0	»	4 »	1888.
»	6 »	1882.	35,0	»	3 »	1888.
»	15 »	1886.	38,0	»	10 »	1889.
»	1er »	1888.	40,2	»	6 »	1883.
»	21 »	1883.	43,8	»	17 »	1886.
»	5 »	1890.	48,9	»	5 »	1883.
»	25 »	1883.	50,6	»	18 »	1883.
»	24 août	1882.	65,4	»	22 »	1883.
»	7 »	1884.	67,2	»	16 »	1886.
»	26 »	1882.	32,0	»	29 novembre	1885.
»	25 »	1890.	32,8	»	9 »	1886.
»	28 »	1890.	62,7	»	8 »	1886.
»	24 »	1886.	86,0	»	10 »	1883.
»	30 »	1882.	39,0	»	21 décembre	1884.
»	29 »	1890.	50,1	»	26 »	1882.
»	18 »	1881.	54,3	»	10 »	1887.
»	27 »	1884.	54,8	»	10 »	1886.
le	1er août	1888.	56,0	»	23 »	1882.
»	27 »	1881.	58,6 (neige)	le	18 déc.	1884.

Il nous reste quelques mots à dire sur la périodicité de la pluie et sur les sécheresses en Savoie. Les tableaux suivants nous renseigneront à ce sujet :

Séries de jours de pluie à Douvaine (1884-1891).

Série de :	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année
2 jours	5	5	6	7	18	11	16	5	8	3	13	2	99
3 »	2	3	5	3	4	5	2	5	4	1	6	2	42
4 »	2	2	1	3	3	3	1	2	1	3	3	2	26
5 »	—	1	2	1	2	2	—	1	—	—	2	1	12
6 »	—	1	—	2	2	—	1	2	—	1	—	1	10
7 »	—	1	—	—	1	—	—	—	1	—	—	1	4
8 »	1	—	1	—	1	1	1	—	—	1	—	—	6
9 »	—	—	1	—	—	—	—	—	—	1	—	—	2
10 »	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1
13 »	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	1

Séries de jours de pluie à Thonon (1890-1899).

Série de :	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année
2 jours	5	10	4	6	14	11	13	10	6	5	7	7	98
3 »	2	5	2	5	7	8	2	8	3	5	4	8	59
4 »	4	1	5	1	9	4	2	1	1	5	3	4	40
5 »	1	1	3	4	1	2	—	2	1	1	2	1	19
6 »	—	—	1	1	1	2	3	1	1	2	1	—	13
7 »	—	—	1	1	1	1	1	—	1	—	2	—	8
8 »	2	—	—	—	—	—	—	—	1	1	—	—	4
9 »	—	—	—	1	—	—	1	1	—	—	—	—	3
10 »	—	—	1	1	—	—	—	—	—	—	1	—	3
11 »	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	1

Séries de jours de pluie à Evian (1884-1889).

Série de :	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année
2 jours	5	7	5	6	7	7	9	3	8	6	15	3	81
3 »	2	4	2	1	6	5	3	5	5	5	—	3	41
4 »	—	2	—	—	1	2	5	—	1	2	—	1	14
5 »	—	—	2	2	1	1	—	1	—	2	1	1	11
6 »	—	—	2	—	1	—	—	2	2	1	—	—	8
7 »	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	1	2
8 »	—	—	—	—	—	1	—	—	—	1	—	—	2
9 »	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	1
10 »	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1

Séries de jours de pluie aux Gets (1884-1893, 1898-1899).

Série de :	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année
2 jours	4	5	8	17	23	14	16	7	4	8	5	6	117
3 »	5	5	—	4	6	4	6	5	3	3	2	2	45
4 »	3	1	4	3	1	3	2	2	2	3	2	—	26
5 »	1	3	2	1	1	1	—	1	2	—	—	2	14
6 »	—	—	3	—	2	2	—	—	—	—	—	—	7
7 »	—	1	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	2
8 »	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	1
9 »	—	—	1	—	—	—	1	—	1	—	—	—	3
10 »	—	—	—	—	—	—	1	1	—	—	—	—	2
11 »	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	1
12 »	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	1
13 »	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	1
19 »	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	1

Séries de jours de pluie à Annemasse (1884-1899).

Série de :	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année
2 jours	7	7	13	13	18	17	13	20	16	17	19	12	172
3 »	3	7	4	8	11	11	6	8	9	13	10	11	101
4 »	3	2	6	5	2	1	2	9	1	5	3	3	42
5 »	1	1	2	1	2	6	2	1	—	—	2	—	18
6 »	2	1	—	3	4	—	—	1	2	2	—	—	15
7 »	1	2	2	—	1	—	—	—	—	—	—	—	6
8 »	—	—	2	—	—	—	—	—	1	2	—	1	6
9 »	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	1
10 »	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	1
11 »	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	1

Séries de jours de pluie à Sallanches (1884-1895).

Série de :	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année
2 jours	10	10	5	7	22	16	21	11	11	9	7	13	142
3 »	6	3	3	6	8	7	4	6	6	6	10	5	70
4 »	1	2	3	2	7	3	2	4	3	3	4	4	38
5 »	—	2	1	2	1	5	1	—	1	5	2	1	21
6 »	1	1	2	3	—	—	1	2	1	1	2	1	15
7 »	—	—	1	1	1	—	—	1	—	1	—	2	7
8 »	1	—	—	1	—	—	—	—	1	2	—	—	5
9 »	—	—	1	—	1	—	—	1	—	—	—	—	3
15 »	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	1

Séries de jours de pluie à Rumilly (1884-1891 et 1896-1899).

Série de :	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année
2 jours	6	5	10	13	15	15	15	22	10	14	16	10	151
3 »	3	2	5	8	11	10	9	4	3	11	7	4	77
4 »	1	3	4	2	4	4	2	4	4	1	3	6	38
5 »	1	1	2	1	4	3	—	2	3	1	2	2	22
6 »	—	1	2	4	—	1	2	1	1	1	—	—	13
7 »	1	1	—	2	3	—	—	—	—	2	—	—	9
8 »	—	1	1	1	—	1	—	—	—	1	—	—	5
10 »	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	1	1	3
11 »	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	2
13 »	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1

Séries de jours de pluie à Cruseilles (1884-1899.)

Série de :	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année
2 jours	7	10	12	12	25	22	21	17	14	13	13	17	183
3 »	5	5	4	9	12	8	11	8	6	6	7	3	84
4 »	5	3	5	6	7	4	5	4	3	3	4	6	55
5 »	2	2	2	4	4	3	1	—	—	4	1	2	25
6 »	—	1	1	4	3	3	1	3	2	4	2	1	25
7 »	—	2	3	3	2	—	—	—	2	—	2	1	15
8 »	1	1	1	1	—	2	1	—	1	5	2	—	15
9 »	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	1
10 »	—	—	—	—	—	1	1	—	—	—	—	1	3
11 »	—	1	—	—	—	—	—	—	1	1	—	—	3

Séries de jours de pluie à Chamonix (1884-1891.)

Série de :	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année
2 jours	4	4	8	6	12	11	11	11	5	3	8	11	94
3 »	7	2	1	4	4	5	11	6	5	4	4	2	55
4 »	—	2	1	2	8	4	4	3	2	2	3	5	36
5 »	—	3	3	3	—	1	1	4	1	3	2	—	21
6 »	1	—	2	2	—	—	—	—	3	2	1	2	13
7 »	—	—	—	—	4	2	1	1	—	1	—	2	11
8 »	—	—	—	—	—	1	—	—	—	1	—	—	2
9 »	—	—	1	1	—	1	—	—	—	—	—	—	3
10 »	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	1
11 »	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	1
12 »	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	1

Séries de jours de pluie à Mégève (1884-1894.)

Série de :	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année
2 jours	4	6	6	10	19	21	13	11	6	5	8	8	117
3 »	6	9	4	4	8	4	9	9	2	3	7	2	67
4 »	—	2	1	3	4	—	5	3	2	3	1	2	26
5 »	—	—	1	2	1	1	—	3	2	1	—	—	11
6 »	1	1	1	1	2	1	—	—	—	3	1	—	11
7 »	—	—	1	—	2	—	—	—	—	—	—	2	5
8 »	—	—	2	1	—	—	—	—	—	2	—	—	5
11 »	—	-	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	1
14 »	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	1

Séries de jours de pluie à Annecy (1884-1899.)

Série de :	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année
2 jours	4	5	14	12	5	19	19	16	17	10	15	17	153
3 »	4	7	4	9	10	10	12	8	10	12	10	13	109
4 »	1	4	4	3	8	6	5	5	2	4	5	2	49
5 »	1	1	3	5	4	1	1	—	1	2	3	3	25
6 »	1	1	3	1	2	2	2	2	2	3	2	1	22
7 »	—	1	1	1	2	2	—	—	2	1	1	—	11
8 »	1	—	1	1	—	1	—	—	2	2	2	—	10
9 »	—	—	1	1	—	—	—	2	—	2	—	—	6
10 »	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	1
11 »	—	—	—	—	—	1	—	—	—	1	—	—	2
12 »	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	1

Séries de sécheresses à Annecy (1884-1899.)

Série de :	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année
2 jours	8	7	8	9	17	15	10	18	15	9	8	9	134
3 »	3	4	9	14	14	11	13	12	5	7	2	8	102
4 »	1	3	5	4	7	7	9	7	8	7	4	6	68
5 »	5	6	6	4	5	6	5	3	3	2	5	2	52
6 »	4	3	4	1	3	5	3	5	3	1	2	4	38
7 »	2	3	1	4	3	—	3	1	2	2	4	1	26
8 »	—	3	3	1	2	1	6	—	3	4	—	4	27
9 »	2	—	1	3	2	2	1	2	2	2	—	1	18
10 »	2	—	1	1	—	1	—	2	1	—	4	—	12
11 »	2	1	4	1	—	1	—	1	1	1	1	1	14
12 »	2	1	1	—	1	1	—	—	—	2	—	1	9
13 »	—	1	1	—	—	—	2	2	—	1	—	—	7
14 »	4	—	1	—	1	—	—	1	—	1	—	1	9
15 »	1	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	2
16 »	2	1	—	—	—	1	—	—	1	—	1	—	6
17 »	3	—	—	—	—	1	1	1	1	1	—	—	8
18 »	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1
20 »	1	—	—	—	1	—	—	—	1	—	—	—	3
21 »	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	3	4
22 »	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	1	3
23 »	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	4
24 »	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
25 »	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	1
26 »	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
27 »	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	1
28 »	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
34 »	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
38 »	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	1
42 »	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
65 »	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	1

Un certain nombre de chutes d'eau prolongées se reconnaissent facilement dans les colonnes ci-dessus; nous en mentionnerons encore quelques-unes.

Douvaine :	10-22 octobre 1886.	127,0	mm.
	17-22 août 1887.	112,9	»
Evian :	8-15 juin 1889.	132,8	»
Les Gets :	26 juin-14 juillet 1888. . . .	232,7	»
Annemasse :	7-14 octobre 1889.	126,0	»
	16-24 octobre 1896.	150,0	»
Bonneville :	6-22 octobre 1886.	147,7	»
	25 juin-9 juillet 1888	114,9	»
Mélan :	6-22 octobre 1886.	163,9	»
	26 juin-10 juillet 1888 . . .	142,9	»
Sallanches :	22-24 janvier 1893.	112,3	»
	29 juillet-6 août 1895	151,6	»
	11-17 octobre 1886.	104,1	»
	26 juin-10 juillet 1888. . . .	134,4	»
Mégève :	26 juin-10 juillet 1888. . . .	175,5	»
Chamonix :	6-22 octobre 1886.	159,3	»
	10-18 mars 1888	108,2	»
Rumilly :	16-23 février 1885.	96,8	»
	12-22 octobre 1886.	172,1	»
Cruseilles :	9-16 juin 1889.	187,6	»
	9-14 octobre 1889.	147,2	»
	3-8 octobre 1895	117,0	»
	2-11 juin 1896.	137,6	»
	20-27 septembre 1896. . . .	127,6	»
	16-23 octobre 1896.	204,9	»
	13-17 janvier 1899.	108,9	»
Annecy :	21 juillet-1er août 1888 . . .	119,1	»
	30 septembre-8 octobre 1888 .	311,7	»
	9-15 juin 1889.	134,7	»
	8-15 octobre 1889.	130,5	»
	24 août-1er septembre 1890 . .	188,2	»
	1er-6 octobre 1893	133,1	»

	25-31 mars 1895	109,1 mm.
	22-30 avril 1895	110,8 »
	31 juillet-8 août 1895	128,5 »
	16-24 octobre 1896	221,7 »
	23-26 août 1897	100,3 »
Leschaux :	21 juin-9 juillet 1888	188,1 »
Seythenex :	13-22 octobre 1886	237,4 »
	23 juin-9 juillet 1888	171,1 »

Comme contre-partie, nous relevons les périodes de sécheresse suivantes :

34 jours, du 4 février au 9 mars 1887, à Annecy.

36 jours, du 2 février au 9 mars 1887, à Sallanches.

38 jours, du 17 mars au 23 avril 1893, à Bonneville, Annemasse.

42 jours, du 18 janvier au 28 février 1896, sur toute la Haute-Savoie.

65 jours, du 25 septembre au 28 novembre 1897; pendant ce temps, il n'a plu qu'une fois, légèrement, en octobre, à Annemasse, Mélan, Chamonix, Alby et Cruseilles.

Les *orages* n'ont certainement pas tous été consignés. Nous donnons dans le tableau suivant ceux que nous avons pu relever.

Orages et chutes de grêle dans la Haute-Savoie de 1894 à 1897.

	Janv.	Fév.	Mars	Avril.	Mai.	Juin.	Juillet	Août.	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Chutes de grêle.
St-Gingolph . . .	—	—	1	—	—	4	12	5	1	—	—	1	6
Thonon	—	—	—	1	2	9	8	5	9	—	—	—	—
Douvaine	—	—	—	4	18	34	29	19	7	1	—	—	3
Annemasse	—	1	2	7	10	30	46	40	25	2	—	3	6
St-Julien	—	—	—	—	1	—	—	3	1	1	—	1	1
Bonneville	—	1	4	17	40	44	40	39	31	1	—	4	16
Mélan	—	1	2	8	20	42	36	32	17	3	—	—	8
Samoëns	—	—	—	2	3	—	2	5	—	—	—	—	—
Le Biot	—	—	1	1	2	16	12	6	2	—	—	—	2
Sallanches	—	—	1	1	3	10	20	20	8	1	—	2	5
Contamines. . . .	—	—	—	—	—	4	10	12	3	—	—	—	3
Chamonix	—	—	—	—	2	3	12	9	1	1	—	—	—
Mégève	1	—	—	3	2	7	13	5	—	—	—	—	8
Les Gets	—	—	1	4	8	5	2	2	—	—	—	—	3
Annecy	—	2	3	13	20	38	39	49	30	5	—	2	10
Talloires	—	—	—	1	3	5	2	5	—	—	—	—	2
Leschaux	—	1	4	4	20	25	28	27	13	3	—	1	13
Faverges	—	—	3	1	5	6	7	—	—	—	—	1	1
Seythenex	—	1	1	4	7	14	23	17	9	2	—	1	7
Thônes	—	—	1	1	4	5	5	9	6	—	—	1	1
Cruseilles	—	—	1	6	11	12	12	11	3	—	—	1	2
Rumilly	—	—	2	2	12	6	13	2	2	—	1	—	2
Alby	—	—	—	2	4	4	13	8	4	—	—	—	1

Annuellement nous avons à

Annemasse 0.3 orages en hiver; 1.3 au printemps; 8.3 en été; 2.0 en automne

Bonneville 0.4 » » 4.4 » 8.8 » 2.3 »

Mélan 0.1 » » 2.1 » 8.0 » 1.4 »

Annecy 0.3 » » 2.6 » 9.0 » 2.5 »

Le nombre relativement grand des orages printaniers frappe à première vue. Un autre fait paraît être certain, c'est l'augmentation du nombre des orages à l'ouest et au sud de la région. Les lacunes dans les inscriptions ne permettent pas de conclusion certaine.

Les vents.

La Savoie est balayée par deux courants principaux, ceux du nord (N., NE. et NW.) et ceux du sud (S., SE. et SW.). La proportion est, à Annecy, d'environ 60 des premiers et 40 des derniers par an.

Le tableau suivant [1] indique le nombre moyen de jours où le vent a soufflé du nord à Annecy.

Années	Hiver	Printemps	Eté	Automne	Année
1773 à 1787	6	16	4	9	35
1788 à 1802	7	21	3	8	39
1803 à 1817	4	15	3	7	29
1818 à 1832	9	14	8	14	45
1833 à 1847	33	25	16	25	99
1848 à 1862	25	22	18	26	91
1863 à 1877	8	7	6	9	30
Moyennes .	13	17	8	14	52

Actuellement, les vents d'entre ouest et sud sont ceux qui dominent dans la Haute-Savoie. Il n'en a pas toujours été ainsi. Les relevés faits jour par jour depuis 1830 par le chanoine Vaullet montrent que les vents du nord étaient plus fréquents jadis, comme l'indique le tableau suivant :

Nombre moyen de jours par année où les vents ont régné à Annecy [2].

Années	D'entre NE. et NW.	D'entre NW. et W.	D'entre W. et SW.	Du S.	D'entre E. et SE.
1830 à 1834	120	30	120	84	11
1835 à 1839	107	40	130	83	5
1840 à 1844	99	50	134	78	4
1845 à 1849	86	70	144	63	2

[1] Commission de météorologie de la Haute-Savoie, 1877.

[2] Commission de météorologie de la Haute-Savoie, 1876.

1850 à 1854	94	71	120	78	2
1855 à 1859	113	83	89	76	4
1860 à 1864	60	140	97	67	1
1865 à 1869	36	139	132	58	—
1870 à 1874	13	166	142	44	—
1875	7	181	144	33	—
1876	19	145	154	36	12

* * *

Nous terminerons ce petit travail par quelques renseignements anciens sur le climat de la Haute-Savoie, que nous empruntons aux publications de la Commission de météorologie de ce département.

Il y a plus d'un siècle que le docteur Joseph Despine a fait à Annecy des observations, poursuivies après sa mort par le chanoine Vaullet et reprises en 1876 par la Commission de météorologie.

Températures moyennes mensuelles à Annecy.

	De 1773 à 1832 (60 ans)	De 1833 à 1882 (50 ans)	De 1773 à 1882 (110 ans)
Janvier. .	—0°75	0°29	—0°27
Février. .	1,48	2,24	1,83
Mars . .	4,61	5,35	4,95
Avril . .	8,86	9,57	9,18
Mai. . .	13,84	14,14	13,97
Juin . .	16,78	18,15	17,40
Juillet . .	19,11	20,12	19,57
Août . .	19,04	19,20	19,11
Septembre.	15,11	15,86	15,45
Octobre .	10,08	10,85	10,43
Novembre.	4,90	5,07	4,98
Décembre .	1,02	0,99	1,00
Année . .	9°51	10°15	9°80

M. Vaullet croit pouvoir attribuer la différence au profit des cinquante dernières années au déboisement, à l'extir-

pation des haies, au défrichement des terres incultes, à la multiplication des routes, au dessèchement des marais. Il est probable que ces travaux ont rendu l'évaporation plus facile et la neige moins abondante. Ainsi, la dernière période de cinquante ans (c'est-à-dire antérieure à 1880) ne compte en effet que 131 jours pluvieux par année, tandis qu'il y en a eu 136 dans la période antérieure de soixante ans. De même, le nombre des jours de neige a diminué d'un.

Voici d'autre part un tableau résumant la température des mêmes années par lustres et par saisons :

Températures séculaires à Annecy.

Lustres	Hiver	Printemps	Eté	Automne	Année
1773 à 1777	0°51	8°50	16°88	9°74	8°91
1778 à 1782	1,40	9,88	19,36	10,02	10,17
1783 à 1787	—0,42	8,07	17,97	9,75	8,84
1788 à 1792	0,08	10,06	19,20	8,50	9,46
1793 à 1797	0,91	8,15	18,41	10,48	9,49
1798 à 1802	—0,03	7,54	17,62	9,44	8,64
1803 à 1807	1,04	8,18	18,76	10,98	9,74
1808 à 1812	0,22	9,68	18,31	10,62	9,71
1813 à 1817	0,90	8,77	16,71	10,32	9,17
1818 à 1822	1,75	9,99	18,52	10,17	10,11
1823 à 1827	1,08	9,46	18,52	9,91	9,75
1828 à 1832	0,42	10,94	19,39	10,49	10,10
1833 à 1837	0,14	8,20	18,24	8,70	8,82
1838 à 1842	0,97	9,10	18,14	10,05	9,56
1843 à 1847	2,54	10,73	20,42	12,48	11,54
1848 à 1852	2,02	9,57	19,95	10,92	10,61
1853 à 1857	1,22	9,44	19,67	11,19	10,38
1858 à 1862	1,26	10,40	19,55	11,41	10,65
1863 à 1867	0,94	10,03	18,46	10,16	9,90
1868 à 1872	0,73	9,80	18,72	9,98	9,81
1873 à 1877	1,09	9,24	19,46	10,34	10,03
1878 à 1882	0,83	10,37	18,95	10,67	10,20
Moyennes .	0°85	9°37	18°69	10°29	9°80

extrêmes dans cette longue série d'années ont été 9°4 le 31 décembre 1788 et 36°2 les 14 et 16 juillet t le 11 juillet 1870; écart 55°6.

umons encore un aperçu de dates de vendanges des notes de M. Joseph Despine. Les dates se rapt à la vendange blanche, les raisins rouges se régénéralement une semaine plus tard.

Dates des anciennes vendanges ;

A Annecy-le-Vieux :	1789	30	octobre.
»	1790	23	»
»	1792	17	»
»	1793	16	»
»	1794	29	»
»	1796	15	»
»	1797	16	»
»	1799	18	»
»	1804	18	»
»	1805	28	»
»	1806	18	»
»	1807	2	»
»	1809	24	»
»	1810	16	»
»	1812	22	»
»	1818	12	»
»	1821	25	»
»	1828	21	»
	Moyenne :	18	octobre.
A Frangy :	1841	17	octobre.
»	1842	1er	»
»	1843	25	»
»	1844	2	novembre.
»	1845	10	octobre.
»	1846	1er	»
»	1847	19	»

A Frangy :	1848	20 octobre
»	1849	2 »
»	1850	10 »
»	1851	15 »
»	1852	17 »
»	1853	20 »
»	1854	1er »
»	1855	23 »
»	1856	19 »
»	1857	17 »
»	1858	10 »
»	1859	29 septembre
»	1860	3 novembre
A Ayse :	1861	14 octobre.
»	1862	8 »
»	1863	14 »
»	1864	24 »
»	1865	2 »
»	1866	20 »
»	1867	15 »
»	1868	6 »
A Frangy :	1869	8 »
»	1870	25-30 septembre
»	1871	15 octobre.
»	1872	16 »
»	1873	15 »
»	1874	13 »
»	1875	14 »
»	1876	12 »
»	1877	15 »
»	1878	15 »
»	1879	fin octobre.
»	1880	»
	Moyenne :	11 octobre.

Les années de bon vin ont été : 1781, 1788, 1793, 1795, 1807, 1811, 1822, 1827, 1834, 1846, 1854, 1865, 1868, 1870, 1875, 1881, 1893, 1895, 1900.

La série la plus complète de bans de vendanges est celle conservée dans les archives de Thonon ; elle va de 1643 à 1886.

Années	Epoque de la vendange blanche	Années	Epoque de la vendange blanche
1643	13 octobre.	1699	7 »
1644	24 septembre.	1700	22 »
1645	22 »	1701	8 »
1646	26 »	1702	16 »
1647	7 octobre.	1703	18 »
1648	10 »	1704	23 septembre.
1649	16 »	1705	12 octobre.
.....		1706	25 septembre.
1668	14 septembre.	1707	7 octobre.
1669	14 »	1708	8 »
1670	6 octobre.	1709	7 »
1671	1er »	1710	1er »
.....		1711	15 »
1681	1er »	1712	10 »
1683	2 »	1713	23 »
1684	23 septembre.	.....	
1688	7 octobre.	1716	23 »
1689	18 »	1717	30 septembre.
1690	10 »	1718	19 »
1691	1er »	1719	25 »
1692	24 »	1720	.....
1693	6 »	1721	27 octobre.
1694	2 »	1722	5 »
1695	21 »	1723	5 »
1696	10 »	1724	2 »
1697	7 »	1725	29 »
1698	24 »	1726	23 septembre.

Années	Epoque de la vendange blanche	Années	Epoque de la vendange blanche
1727	30 »	1760	17 octobre.
1728	23 »	1761	2 »
1729	10 octobre.	1762	4 »
1730	16 »	1763	17 »
1731	9 »	1764	8 »
7132	.....	1765	17 »
1733	7 »	1766	6 »
1734	5 »	1767	14 »
1735	12 »	1768	17 »
1736	1er »	1769	11 »
1737	7 »	1770	22 »
1738	7 »	1771	3 »
1739	6 »	1772	8 »
1740	24 »	1773	20 »
1741	13 »	1774	3 »
1742	9 »	1775	11 »
1743	14 »	1776	9 »
1744	12 »	1777	13 »
1745	11 »	1778	5 »
1746	28 septembre.	1779	4 »
1747	2 octobre.	1780	25 septembre.
1748	7 »	1781	24 »
1749	8 »	1782	14 octobre.
1750	12 »	1783	8 »
1751	21 »	1784	29 septembre
1752	16 »	1785	17 octobre.
1753	9 »	1786	12 »
1754	12 »	1787	18 »
1755	13	1788	1er »
1756	18	1789	14 »
1757	..	1790	13 »
1758	..	1791	29 septembre
1759	.	1792	10 octobre.

Années	Epoque de la vendange blanche	Années	Epoque de la vendange blanche
1793	27 septembre.	1864	10 octobre
1794	22 »	1865	10 »
1795	26 »	1866	16 »
....		1867	16 »
1806	6 octobre.	1868	16 »
1807	6 »	1869	5 »
1808	6 »	1870	5 »
1809	23 »	1871	11 »
1810	10 »	1872	15 »
1811	23 septembre.	1873	7 »
1812	20 octobre.	1874	5 »
1813	20 »	1875	4 »
1814	20 »	1876	16 »
1815	9 »	1877	15 »
1816	11 novembre.	1878	16 »
1817	20 octobre.	1879	22 »
1818	5 »	1880	13 »
1819	4 »	1881	3 »
1820	8 »	1882	18 »
1821	24 »	1883	15 »
.....		1884	1er »
1861	30 septembre.	1885	5 »
1862	30 »	1886	11 »
1863	5 octobre.		

La moyenne est le 8 octobre.

Le raisin rouge se récolte un peu plus tard; la moyenne de la même série est le 22 octobre.

Les dates extrêmes de cette longue période sont :

le 14 septembre 1668 } pour le raisin blanc.
le 11 novembre 1816 }

le 2 octobre 1865 } pour le raisin rouge.
le 11 novembre 1695 }

ÉTUDE PRÉLIMINAIRE

SUR LE

MODELÉ GLACIAIRE ET LE PAYSAGE DRUMLINIQUE

DANS LA PLAINE VAUDOISE

PAR

Théodore BIÉLER, licencié ès-sciences.

Outre les moraines terminales et les moraines de retrait constituant le fameux *Paysage morainique* de Desor, il y a lieu de distinguer chez nous, comme dans la plupart des pays autrefois glaciés, deux formes principales du relief topographique dues à un modelé glaciaire :

1° Des collines arrondies ou *mamelons,* à axes sensiblement égaux ;

2° Des collines allongées ou *crêts,* dont l'axe longitudinal est, en moyenne, trois fois plus grand que l'axe tranversal.

En outre, de nombreuses formes intermédiaires établissent la transition de l'un à l'autre de ces deux types, qui se rencontrent soit isolément, soit en groupes, imprimant alors au paysage un cachet tout spécial.

En fait de *Paysages morainiques* au sens de Desor, on peut citer dans le canton de Vaud : 1° ceux du pied du Jura, dans la région de Nyon et sur le plateau qui domine La Côte; 2° la succession de talus morainiques arqués de la région Rolle-Pampigny-environs de Lausanne, qui atteste le retrait graduel d'une langue de la branche rhénane de l'ancien glacier du Rhône analogue au retrait du front

d'un glacier actuel déposant des moraines frontales espacées, tandis que les moraines riveraines successives (Ufermorænen) s'écartent peu les unes des autres. Cette succession de talus morainiques donne au relief de cette région sa physionomie caractéristique. Elle apparaît parfois grandiose à un observateur placé à Lausanne et regardant du côté du Jura, quand une légère brume en accentue les divers plans.

Les *mamelons* rocheux constituent presque exclusivement le relief de la région Vevey-Clarens et composent par leur ensemble un paysage que l'on pourrait dénommer *paysage mamelonique*.

Quant aux *crêts*, ils abondent dans notre pays, tant isolés que constituant des groupes, à individus assez régulièrement espacés et uniformément orientés. M. le professeur *Baltzer* a attiré l'attention, en juin 1900, sur le groupe de crêts qui entourent l'étang d'Arnex et environnent le village de Pompaples. Il leur applique le nom de *Drums* ou *Drumlins*, mot celtique usité dans le nord-ouest de l'Irlande pour désigner les collines linéaires prodigieusement abondantes dans cette contrée et introduit dans la nomenclature géologique en 1866 par M. H. *Close*, auteur d'une étude sur la glaciation de l'Irlande.

D'après M. le Dr *Früh* de Zurich, auteur d'une monographie intitulée *Die Drumlins-Landschaft* et parue en 1895, les Drums proviendraient d'une accumulation de moraine de fond due à un ralentissement de la marche des glaciers, soit contre des aspérités rocheuses, soit plus généralement en raison d'une légère contre-pente ou d'un élargissement du lit et seraient comparables aux bancs de sable déposés dans le lit des rivières. Ils couvrent les aires autrefois glaciées, en deçà des moraines de la 3e extension, en nombre parfois considérable. Serrés les uns contre les autres, ils donnent à un spectateur éloigné l'illusion d'un immense troupeau de moutons ou de « baleines », pour

employer l'expression imagée des Anglo-Saxons (Irlande, Ecosse, Amérique du Nord, pays classiques de cette formation). Les dépressions creusées entre ces collines, dont la longueur peut dépasser 1 km. et la hauteur s'élever à plus de 30 m., sont généralement occupées par des lacs ou des marais. Enfin les Drums affectent généralement une disposition en éventail, conforme à celle des stries glaciaires, sur la roche en place, autour d'une aire centrale de dispersion *mamelonnée*. M. Früh a particulièrement étudié les Drums de la zone subalpine du Nord-Est de la Suisse et la carte qui accompagne sa monographie fait bien ressortir la disposition radiale de ces collines autour du lac de Constance. Il dit fort peu de chose, par contre, des Drums laissés par l'ancien glacier du Rhône, n'ayant pas eu le loisir de les étudier. M. Baltzer a en partie comblé cette lacune, mais il a semblé à l'auteur de ces lignes qu'on ne pouvait passer sous silence la description de plusieurs autres groupes de Drums existant dans le canton de Vaud et les régions limitrophes et paraissant bien posséder tout ou partie des caractères propres aux Drums des contrées classiques.

En effet, le groupe d'Arnex-Pompaples ne représente guère que le quart d'un véritable fleuve de Drums occupant le bassin de la Venoge élargi à l'Est et celui de l'Orbe, sur une longueur d'environ 25 km. et avec une largeur maximale de 12 km., et formé des groupes suivants, chacun d'une douzaine de collines :

1° Environs de Cossonay ;

2° Environs du château de St-Barthélemy près d'Echallens ;

3° Environs de Pompaples et Arnex ;

4° Environs de Montcherand sur Orbe.

De ces quatre groupes, celui de St-Barthélemy est certainement le plus beau, tant comme vue d'ensemble que comme aspect individuel de chacun des crêts qui le composent, sans compter la position pittoresque et particulière-

ment en évidence du château qui surmonte l'un d'eux. La dépression de Bettens est occupée par un marais. Quant au groupe d'Arnex, il se signale par l'étang de ce nom.

Les dimensions de ces Drums dans les trois sens sont assez variables, sans toutefois que le rapport de la longueur à la largeur diffère sensiblement de 3 : 1.

Quelques-uns de ces Drums sont *asymétriques* dans le sens de la longueur, c'est-à-dire que leur profil présente une pente plus forte à une extrémité, généralement celle qui subissait la poussée du glacier, qu'à l'autre.

Généralement ils sont formés de moraine de fond à cailloux et blocs striés. Chez quelques-uns on a pu constater un noyau de molasse, d'autres enfin sont entièrement composés de cette roche, comme autour de Pompaples par exemple. Il y aurait en outre une réserve à faire, pour quelques crêts de Montcherand, formés de graviers stratifiés.

L'orientation générale de tous ces Drums est sensiblement SSW.-NNE., sauf de légères déviations à l'Ouest parci par-là, entre autres près de Grancy, non loin de Cossonay. Resterait à vérifier si cette orientation est, en chaque point, parallèle à la direction des stries glaciaires, chose moins aisée à constater.

Le fleuve de Drums qui vient d'être décrit ne constitue pas le seul groupement connu dans le canton. On peut citer encore trois régions à l'est de Lausanne pourvues de ces formes du modelé glaciaire :

1° Plateau du Tronchet;

2° Environs du lac de Bret (groupe le plus nombreux);

3° Environs du lac de Lussy près de Châtel-St-Denis.

Ces paysages drumliniques présentent une grande analogie avec ceux de la région précédemment décrite : dépressions remplies de marais ou de lacs (tourbière du Tronchet, tourbière de Publoz, lac de Bret, lac de Lussy), crêts à noyau de molasse, les uns même entièrement mo-

assiques, vue d'ensemble des crêts alignés (celle des environs du lac de Bret, considérée des pentes Est de la Tour de Gourze, est classique).

Leur orientation mérite une mention spéciale : près du village de Chexbres les crêts sont alignés S.-N., puis, à mesure qu'on s'éloigne à l'Ouest du Mont-Pèlerin, ils dévient à l'Est. Au-dessus de la gare de Chexbres ils ont exactement la direction SSW.-NNE. mentionnée précédemment, et conforme à celle des stries glaciaires observées dans cette localité, puis enfin près de Savigny ils sont nettement alignés suivant la diagonale SW.-NE. Cette déviation semble devoir être imputée à la progression légèrement curviligne d'une branche de l'ancien glacier du Rhône contournant à l'Ouest l'obstacle du Mont-Pèlerin. Que l'on compare maintenant, sur une carte d'ensemble, cette déviation des Drums à l'Ouest du Mont-Pèlerin avec l'alignement tant soit peu divergent des mamelons qui environnent Vevey, on ne pourra s'empêcher de leur trouver un lien de parenté et d'envisager le paysage mamelonique de Vevey Clarens en quelque sorte comme l'équivalent d'une *aire de dispersion* analogue à celles de l'Irlande, en faisant toutefois cette réserve que la région mamelonnée de Vevey occupe un niveau inférieur à celui des Drums voisins et n'est pas centrale, tandis qu'en Irlande, au contraire, les plateaux mamelonnés affectent une position culminante et centrale. Mais, en tout cas, il y a eu dispersion à partir de Vevey, une autre branche du glacier du Rhône ayant contourné le Mont-Pèlerin à l'Est pour s'écouler dans la vallée morte d'Attalens. On trouve du reste, non loin de là, une région mamelonnée qui, sans être un plateau, occupe une position culminante par rapport aux Drums, c'est celle de la Tour de Gourze et du Signal de Grandvaux.

Il faut mentionner encore une ligne de Drums orientés E.-W., dans le sens de stries glaciaires observées à Cully,

correspondant par conséquent à une autre direction d'écoulement du glacier du Rhône : elle longe les rives du Léman de Lavaux à Lausanne et comprend les crêts d'Aran, Savuit, Bochat.

Si l'on compare la direction de tous les Drums de la branche rhénane de l'ancien glacier du Rhône décrits plus haut avec quelques-uns de ceux de la branche rhodane, on constate aisément leur disposition rayonnée autour du lac Léman, n'égalant certes pas le superbe éventail du lac de Constance, mais cependant bien manifeste. Cette disposition palmée se produit en petit dans la région de Lavaux par une combinaison des Drums du lac de Bret et de ceux qui longent les rives du Léman et rappelle, toutes proportions gardées, la patte d'oie au nord de Lindau. Cet éventail de Lavaux est à proximité de la région mamelonnée de Vevey, considérée comme aire de dispersion.

Il faut insister sur la fréquence des Drums du canton de Vaud renfermant un noyau de roche en place. Peut-être même que des sondages permettraient d'en découvrir un à la base de *tous* les crêts que l'on suppose entièrement composés de boue glaciaire. En Irlande, au contraire, les Drums sont, sans exception, entièrement dépourvus de toute amorce rocheuse et ceux de l'Amérique du Nord en renferment très rarement une. Cette différence fondamentale permet donc d'attribuer, dans notre pays, aux aspérités du lit du glacier une part prépondérante dans la formation des Drums. On serait même tenté d'étendre le sens de ce mot, destiné dans la pensée des premiers auteurs à désigner seulement les amas ovoïdes de moraine de fond, aux crêts entièrement rocheux appartenant à un groupe drumlinique, puisque l'observateur est frappé en premier lieu par la vue d'ensemble de ces éminences et en saisit les caractères morphologiques avant de scruter les détails de leur structure. Mais, pour ne pas créer d'équivoque, il vaut mieux dénommer les collines ovoïdes du terme géné-

rique de *crêts*, en réservant le mot de *drum*, dans son sens primitif, à celles qui sont formées de diot, avec ou sans noyau rocheux. En tout cas il faut reconnaître au relief même de la roche en place, dans la plaine vaudoise, une grande importance dans la création du modelé glaciaire. La direction générale SW.-NE. des assises de la molasse, plus nettement accentuée encore dans la zone préalpine, où le plongement des couches est fortement incliné au SE., permettrait d'expliquer la genèse des formes dues à l'érosion dite *glaciaire* et imputable en réalité à l'action mécanique de la moraine de fond : partout où la boue glaciaire progressait *dans la direction même* des assises de molasse, elle aurait engendré des *crêts* et des *drums ;* quand, au contraire, elle cheminait normalement à cette direction, elle aurait modelé des *mamelons,* et sa progression plus ou moins oblique aurait enfin donné naissance à des formes intermédiaires entre les crêts et les mamelons.

Toutefois, les causes générales de ralentissement de la marche du glacier valables pour les aires glaciées de l'Irlande et de l'Amérique du Nord. telles que contrepente et élargissement du lit, peuvent également être invoquées dans notre pays : on remarque en effet que les Drums y affectionnent les régions à légère contrepente.

Nos Drums présentent encore ce caractère commun avec ceux des régions classiques : d'être situés en deçà des moraines de la 3e extension, qui, pour la partie médiane de l'ancien glacier du Rhône, côtoient les flancs de la première chaîne du Jura méridional.

En résumé, le canton de Vaud présente les trois formes principales de modelé glaciaire :

1° Le paysage *morainique* de Desor, formé par des moraines de retrait ;

2° Le paysage *mamelonique* (mamelon = Rundhœcker = Round hill) formé par des assises de roche en place érodées transversalement par la boue glaciaire ;

3° Le paysage *drumlinique* formé par des amas ovoïdes de moraine de fond, le plus souvent amorcés par des aspérités rocheuses. Par extension, on peut y faire rentrer les *crêts* rocheux dus à une érosion glaciaire longitudinale des assises de la roche en place.

Ce paysage, dans le canton de Vaud, serait donc composé à la fois de formes dues à une érosion et de formes dues à un dépôt.

4° Des formes intermédiaires entre ces trois types et des formes sans caractère accusé.

Ce sujet demanderait une discussion plus approfondie et l'examen de plusieurs points de détail que M. Bieler se propose d'aborder dans un prochain Mémoire.

L'ORIGINE

DE LA

FAUNE DES POISSONS DU LÉMAN

par F.-A. FOREL

I. Quelles que soient les hypothèses sur la création du Léman, toujours est-il que sa population biologique ne peut être antérieure à l'époque glaciaire. Des êtres vivants n'ont pu survivre à l'envahissement de la vallée par un culot de glace de mille mètres d'épaisseur. Toute la faune, toute la flore de notre lac doivent donc être considérées comme venant d'une immigration postérieure à la fonte du grand glacier.

II. Des 25 espèces de poissons connues dans le Léman, 6 sont d'apport récent par la pisciculture du XIXe siècle, à savoir : la Perche soleil, *Eupomotis gibbosus* ; le Poisson doré de la Chine, *Carassius auratus* ; la grande Marène, *Coregonus maraena* ; le White-Fisch, *Coregonus albus* ; le Saumon, *Salmo salar* ; l'Anguille, *Anguilla vulgaris*. Une espèce, la Lotte, *Lota vulgaris*, est d'immigration spontanée à la fin du XVIIe siècle par le canal d'Entreroches [1]. Restent 18 espèces établies dans le Léman dont la date et le mode d'introduction sont inconnus, ce sont :

[1] Bull. XXXVI, p. XVIII, 1900.

La Perche, *Perca fluviatilis ;*
Le Chabot, *Cottus gobio ;*
La Carpe, *Cyprinus carpio ;*
La Tanche, *Tinca vulgaris ;*
Le Goujon, *Gobio fluviatilis ;*
Le Spirlin, *Spirlinus bipunctatus ;*
L'Ablette, *Alburnus lucidus ;*
Le Rotengle, *Scardinius erythrophthalmus ;*
Le Gardon, *Leuciscus rutilus ;*
Le Chevaine, *Squalius cephalus ;*
Le Vairon, *Phoxinus laevis ;*
La Loche, *Cobitis barbatula ;*
La Féra, *Coregonus fera ;*
La Gravenche, *Coregonus hyemalis ;*
L'Ombre de rivière, *Thymallus vulgaris ;*
L'Omble-Chevalier, *Salvelinus umbla :*
La Truite, *Trutta vulgaris ;*
Le Brochet, *Esox lucius*[1] ;

III. Toutes les espèces établies dans le Léman sont, à l'exception du Spirlin dont la différenciation n'a été faite que par la zoologie moderne, figurées sur la carte du syndic J. du Villard de Genève, de l'an 1581[2]. Toutes les espèces comestibles sont citées dans la taxe des poissons de Villeneuve de l'an 1376, à savoir : Truite, Omble-Chevalier, Brochet, Perche, Féra, Gravenche (Bezole), Carpe, Rotengle (Raufe), Tanche, Ombre, Chevaine, Gardon (Vangeron)[3]. Plusieurs espèces comestibles sont citées dans des actes an-

[1] On pourrait ajouter à cette liste l'Anguille d'après les quelques individus pêchés dans le Léman avant l'empoissonnement de 1865, celui-ci venant de l'étang de Pernex. Mais cette espèce était et est si rare qu'on ne peut la dire établie dans le Léman.

[2] Voir : Louis Dufour, *Carte du Léman par le syndic Jean du Villard*, « Mém. Soc. hist. et arch. de Genève », XIX, 1877.

[3] Voir : *Conservateur suisse* XII, 312, Lausanne, 1839.

ciens de 1288 et de 1150, à savoir : Féra, Gravenche, Omble-Chevalier, Truite.

La population des poissons dans le Léman est donc relativement ancienne ; elle date au moins des époques antérieures au moyen âge. Nous ne savons rien des époques précédentes.

IV. En fait d'espèces spéciales au Léman, nous n'avons que les deux Corégones, la Féra et la Gravenche. Mais le genre Corégone est essentiellement polymorphe et se différencie en formes particulières dans chaque bassin d'eau où il s'établit. Ses espèces ne nous seront d'aucune utilité pour la question de provenance.

V. Toutes les autres espèces du Léman sont ubiquistes et nous les trouvons, entre autres, représentées dans les eaux des deux bassins hydrographiques nos voisins, celui du Rhône, aval de Bellegarde, y compris le Doubs, et celui de l'Aar et du Rhin.

VI. Les voies d'immigration fluviales ouvertes dans le Léman sont, ou étaient :

a) Le Rhône émissaire du lac ; mais il est fermé à la circulation des animaux qui voudraient remonter le fleuve, par la Perte de Bellegarde.

b) Le canal de dérivation du Grenet, affluent de la Broie, versé dans le lac de Bret, source du Forestay, affluent du Léman ; mais cette dérivation ne date que de l'an 1875.

c) Le canal d'Entreroches, qui traversait les marais de Chavornay pour aboutir à la Thièle du lac de Neuchâtel, était alimenté par un bief venant de la Venoge à travers la cluse du Mormont ; mais il n'a été ouvert que de 1640 à 1829.

d) Le bief du moulin Bornu à Pompaples, près La Sarraz, qui déverse une partie de l'eau du Nozon, affluent de la Thièle du lac de Neuchâtel dans la Venoge, affluent du Lé-

man; mais cette dérivation artificielle ne peut être antérieure à l'établissement de moulins à eau dans la campagne vaudoise, disons au XIe, ou tout au plus au Xe siècle.

Ces diverses voies sont insuffisantes pour expliquer l'entrée dans le Léman de sa faune de poissons. Les poissons pélagiques, Corégones et Omble-Chevalier, ont besoin de larges courants fluviaux et ne sauraient entrer dans des petits ruisseaux et biefs artificiels; quant aux autres espèces, elles semblent avoir été établies dans le Léman avant l'ouverture de ceux de ces canaux qui auraient pu leur fournir un passage.

Donc il a existé, entre l'époque glaciaire et le XIIe siècle de notre ère, une voie fluviale large et de grande section faisant communiquer librement le Léman avec l'un des bassins hydrographiques ses voisins.

VII. Cette voie n'a pas été ouverte pendant longtemps, car un certain nombre d'espèces de poissons existant actuellement dans les bassins voisins, n'ont pas su pénétrer dans le Léman. Je ne parle pas ici des Corégones qui sont trop spécialisés pour être utiles dans notre recherche; je ne parle pas des espèces anadromes qui, ayant besoin d'aller à la mer, ne peuvent s'établir dans le Léman isolé complètement de l'Océan[1]. Mais nous connaissons dans le Rhône, aval de Bellegarde, 12 espèces de poissons qui manquent au Léman, à savoir: l'Apron, *Aspro vulgaris*; la Gremille, *Acerina cernua*: l'Épinoche argentée, *Gasterosteus argentatissimus*: la Blennie, *Blennius alpestris*; le Barbeau, *Barbus fluviatilis*: la Brême, *Abramis brama*: la Bordelière, *A. Björkna*: la Vandoise, *Squalin leuciscus*: le Blageon, *Sq. Agassizi*: le Chondrostome bleu, *Chondrostoma coeruleus*: le Chon-

[1] Parmi les poissons à mœurs semi-marines, je citerai le Muge, *Mugil cephalus*; le Saumon, *Salmo salar*; l'Alose, *Alosa vulgaris*; l'Anguille, *Anguilla vulgaris*; l'Esturgeon, *Accipenser sturio*; les Lamproies, *Petromyzon marinus* et *P. fluviatilis*, qui se trouvent dans l'un ou l'autre ou dans les deux bassins hydrographiques, nos voisins.

drostome du Rhône, *Ch. rhodanensis ;* la petite Lamproie, *Petromyzon Planeri.* De même nous connaissons dans le Rhin ou les affluents 13 espèces qui manquent au Léman, à savoir : la Gremille, l'Epinoche à queue lisse, *Gasterosteus gymnurus,* la Loche d'étang, *Cobitis fossilis,* le Barbeau, la Bouvière, *Rhodeus amarus,* la Brême, la Bordelière, la Vandoise, le Blageon, le Naze, *Chondrostoma nazus,* le Salut, *Silurus glanis,* la petite Lamproie. Donc la voie d'immigration, ouverte aux poissons qui sont entrés dans le Léman, a été fermée avant que le bassin hydrographique d'origine ait reçu la totalité de la population ichthyologique actuelle.

VIII. Il semble probable que la Perte de Bellegarde a existé depuis l'époque glaciaire ; si cela est, la voie d'arrivée de la faune des poissons du Léman ne peut être cherchée dans le Rhône inférieur.

Ne pourrions-nous pas penser plutôt à la rivière qui, passant par la cluse d'Entreroches, a fait communiquer le bassin du Léman avec celui de Neuchâtel, soit en coulant du sud au nord, comme le voulait Rutimeyer[1], soit en coulant du nord au sud, comme je le crois plus probable[2] ?

Je pose la question, je ne la résous pas.

[1] L. Rutimeyer, *Thal u. See Bildung,* p. 74. Basel 1869.

[2] F.-A. Forel, *le Léman,* I, p. 225. Lausanne 1892.

RAPPORT ANNUEL

sur la marche de la société pendant l'année 1900, présenté à l'assemblée générale du 20 décembre 1900

PAR

Paul JACCARD, professeur, président.

MESSIEURS ET CHERS SOCIÉTAIRES,

Avant de quitter le poste de confiance auquel vous m'avez appelé il y a un an, j'ai l'agréable devoir de jeter avec vous un coup d'œil récapitulatif sur notre activité durant l'exercice écoulé.

Avant d'aborder les grosses questions dont votre Comité a eu à s'occuper, laissez-moi rappeler le souvenir de ceux que la mort nous a ravis.

Ce sont successivement M. Gross, professeur, enlevé à la fleur de l'âge, au milieu d'une activité scientifique qui promettait d'être féconde.

Puis, dans le même mois de mai, M. G. Planchon et M. A Koch. Le premier était un de nos membres honoraires les plus distingués. Anciennement professeur de botanique à l'Académie de Lausanne et membre actif de notre Société dont il enrichit le Bulletin de diverses publications de valeur, M. Planchon termina sa carrière à Paris, comme directeur de l'Ecole supérieure de pharmacie.

Le second, M. A. Koch, ancien inspecteur forestier, fut pendant de longues années un de nos membres assidus; il

s'occupait surtout de botanique et fit partie de ce noyau de naturalistes aimables autant qu'enthousiastes que furent les Muret, les Rambert, les Schnetzler, les Favrat.

Enfin, dans le courant de juin, la mort nous a enlevé notre collègue M. Girardet, professeur à Morges, peu de temps avant l'assemblée générale de Sainte-Croix à laquelle il se promettait d'assister.

En accordant un souvenir ému à tous ces disparus, je prie l'assemblée de se lever pour honorer leur mémoire.

Outre les départs causés par la mort, nous avons à enregistrer cinq démissions. En revanche, nous avons eu le plaisir d'accueillir sept membres nouveaux, sans compter le candidat que nous vous présentons aujourd'hui. De cette manière, le nombre de nos membres se maintient sensiblement à 300. Aucune nomination de membre honoraire n'a été faite cette année, ce qui laisse trois sièges vacants dans le corps de nos 50 membres honoraires.

L'activité scientifique de la Société a été réjouissante, elle s'est manifestée dans 19 séances, y compris 3 assemblées générales ordinaires et 2 assemblées générales extraordinaires.

Les communications présentées sont au nombre de 64 : [illegible] concernant la physique, 2 la chimie, 14 la géologie, [illegible] mathématiques, [illegible] archéologie, 11 la zoologie, 5 la [illegible] botanique, [illegible] biologie, 3 l'agriculture. [illegible]

[illegible] séance du 9 février, M. Veil- [illegible] faire devant la [illegible] lumineuses sur la [illegible] remarquables pré- [illegible] conférence un haut [illegible]

[illegible] à Sainte-Croix. [illegible] par l'accueil [illegible] Sainte-Croix,

cette fête annuelle a eu un plein succès. Le banquet servi à l'hôtel des Rasses, la réception de M. Mermod et la course du lendemain au Chasseron laisseront à tous les participants le plus agréable souvenir.

Mentionnons aussi la réunion si réussie de la Société helvétique des Sciences naturelles à Thusis. Outre votre président qui y représentait officiellement la Société vaudoise, plusieurs de nos membres y assistaient et sont rentrés enchantés de l'accueil de nos compatriotes et de l'intérêt de la réunion.

Notre bibliothèque, qui n'est plus maintenant qu'une bibliothèque transitoire, puisque chaque année nous remettons à l'Etat ce que nous avons reçu, continue à être plus que jamais l'objet de notre sollicitude.

Outre les dons divers d'amis dévoués de notre Société, nous avons demandé ou consenti 7 échanges nouveaux et 4 abonnements. En outre, plusieurs ouvrages de fonds ont été acquis sur le poste statutaire de 600 francs prévu pour achats et abonnements.

Votre Comité a répondu favorablement à la demande qui lui a été faite d'affilier notre Société au « Bureau international de bibliographie de Bruxelles », et nous signalons avec plaisir ce privilège offert à chacun de nos membres de pouvoir bénéficier sans abonnement personnel des avantages offerts par cette institution.

Grâce à l'allocation de 2000 francs que nous sert l'Etat depuis cette année, nous avons pu accueillir dans notre Bulletin des travaux dont nos ressources antérieures n'auraient pas supporté les frais.

C'est le cas en particulier pour le grand mémoire de M. Aubert sur la Flore de la Vallée de Joux. Ce travail, en cours d'impression, formera le 4e fascicule du Bulletin de 1900. Malgré son coût élevé, le Comité a été unanime pour publier cette importante contribution à l'histoire naturelle de notre pays.

Actuellement quatre fascicules du Bulletin ont déjà paru, l'un d'eux porte la date de 1899; le 4e fascicule de 1900 paraîtra, nous l'espérons, dans les premiers jours de 1901.

En ce qui concerne l'impression de notre périodique, la convention avec MM. Corbaz et Cie a été renouvelée pour le terme de quatre ans sur des bases toutes nouvelles.

A la suite d'une étude consciencieuse conduite par le Comité de l'année dernière et par le Comité actuel, nous vous avons soumis un projet d'agrandissement du format de notre Bulletin combiné avec un changement de caractères et une amélioration du papier.

Par 19 voix contre 4, l'assemblée générale du 7 juillet a adopté le projet du Comité, mais avec un amendement, voté par 7 voix contre 6, par lequel le Comité était prié de surseoir à l'agrandissement du format jusqu'à ce que la 4e série en cours de publication soit terminée, ce qui arrivera à la fin de 1904.

A partir de l'année prochaine cependant, notre Bulletin paraîtra sur le nouveau papier et avec les caractères nouveaux que nous avons choisis. En outre, pour accélérer le service de notre périodique, nous avons également chargé MM. Corbaz et Cie d'en faire le brochage et l'expédition.

Nous espérons que ces améliorations de forme, combinées avec la publication de mémoires plus nombreux, permettront à notre Bulletin de solliciter des échanges auxquels il n'avait pu jusqu'ici prétendre.

* * *

Le Comité de l'année dernière, par l'organe de son président, M. Amann, avait signalé l'urgence qu'il y aurait à faire reconnaître notre Société comme *personne morale* et *personne civile*.

A la suite de nombreuses conférences avec M. l'avocat S. Schopfer, votre Comité vous a présenté un projet de statuts conformes aux exigences du Code et permettant

d'obtenir à la fois l'inscription au registre du commerce et la reconnaissance comme personne morale. Ces statuts ont été adoptés dans l'assemblée générale du 7 mars, ainsi que les règlements mis en harmonie avec eux. Les démarches faites ensuite par l'intermédiaire de M. Schopfer, avocat, ont abouti, de sorte que notre Société possède maintenant la capacité civile et la capacité juridique. Elle ne demande plus maintenant qu'à faire un bon héritage pour mettre à l'épreuve la valeur de ses nouvelles qualités.

Votre Comité s'est occupé également de la représentation de notre Société à l'Exposition cantonale de Vevey. Vous avez estimé avec lui qu'il était désirable que notre association affirmât sa vitalité dans cette manifestation intellectuelle et industrielle de notre canton. Une place convenable a été réservée à cet effet.

Nous avions espéré l'an dernier pouvoir entrer dans nos meubles dans le courant de 1900. Un retard dans la désaffectation des locaux qui nous sont réservés nous a empêchés jusqu'ici d'en prendre possession. Ce sera la tâche du Comité que nous allons élire d'aménager notre « home » et de le meubler matériellement et scientifiquement.

Arrivé au terme de ce court rapport, il m'est doux de remercier tous mes collègues et tous les fonctionnaires de la Société pour l'aide dévouée qu'ils m'ont accordée.

Puisse notre chère Société travailler toujours mieux à la poursuite de son but élevé.

SOCIÉTÉ VAUDOISE DES SCIENCES NATURELLES

SITUATION AU 31 DÉCEMBRE 1900

Compte général.

Recettes

Budget.			
Fr. 70 —	Contributions d'entrée	Fr.	40 —
» 2100 —	Contributions annuelles	»	2094 —
» 3000 —	Intérêts des créances	»	2955 70
» 2000 —	Subvention de l'Etat	»	2000 —
Fr. 7170 —			7089 70

Dépenses

Budget.				
Fr. 4400	Bulletins Nos 134 à 137, impression, planches et brochage		Fr.	4028 90
» 600	Fonds de Rumine, achats et abonnements		»	1131 30
1150	Frais d'administration :			
	Impôts	Fr. 296 45		
	Annonces	» 176 80		
	Location du Musée . . .	» 16 50		
	Train du secrétaire et du caissier	» 150 —		
	Train du bibliothécaire	» 200 —		
	[illegible]	» 561 65	Fr.	1401 45
[illegible]	[illegible] . . .		»	—
	[illegible] . . .		»	528 10
				7089 70

ACTIF

				Cours		
10	délég.	Desplands de 1000 fr.,	4 %	pair	Fr.	10 000 —
4	»	Wyssbrod »	4 %	»	»	4 000 —
12	»	Hôtel Gibbon »	4 %	»	»	12 000 —
3	»	Cuénod »	4 %	»	»	3 000 —
1	»	Station de Leysin	4 1/4 %	»	»	1 000 —
15	oblig.	Emprunt vaudois de 500 fr.,	3 1/2 %.	94 %	»	7 050 —
8	»	Marais de l'Orbe »	3 1/2 %.	92 %	»	3 680 —
2	»	Ville de Vevey, de 1000 fr.,	3 1/2 %.	92 %	»	1 840 —
2	»	Ville de Lausanne, de 500 fr.,	3 1/2 %.	92 %	»	920 —
2	»	Commune du Châtelard, de 500 fr..	3 1/2 %.	92 %	»	920 —
6	délég.	Commune d'Orbe, de 500 fr.	3 3/4 %.	96 %	»	2 880 —
3	oblig.	Caisse hypothécaire, »	3 1/2 %.	93 %	»	1 395 —
1	»	Crédit foncier Franco-Canadien, de 500 fr. . . .	3.40 %.	440.—	»	440 —
55	»	Jura-Simplon, de 500 fr.	3 1/2 %.	476.—	»	26 180 —
					Fr.	75 305 —
Rates d'intérêts					»	1 086 10
Solde à la Banque cantonale					»	3 416 —
Solde en caisse					»	48 65
Total de l'Actif.					Fr.	79 855 75

PASSIF

Créanciers divers à ce jour	Fr.	1 550 75
Capital à ce jour	»	78 305 —
	Fr.	79 855 75

Lausanne, le 19 février 1901.

Le Caissier,
A. RAVESSOUD.

RAPPORT

des Vérificateurs des comptes pour l'exercice 1900.

Monsieur le président et Messieurs,

Pour obéir à notre mandat, nous soussignés vérificateurs, avons procédé à l'examen et au pointage des comptes de la Société pour l'exercice de l'année écoulée, 1900. Nous avons trouvé la comptabilité exacte et en bon ordre et les livres bien tenus.

L'examen détaillé des comptes et du relevé de la situation au 31 décembre 1900, fournis par le caissier, donne lieu aux observations et remarques suivantes :

a) En ce qui concerne la situation générale :

1° Il n'y a aucun changement à noter relativement à la valeur des titres qui composent notre rentier ; ces titres figurent à l'actif aux mêmes cours que pendant l'exercice précédent, et ces cours paraissent bien correspondre à la valeur actuelle ou être même, pour quelques-uns au moins, un peu au-dessous de cette valeur.

2° Le solde déposé en compte courant créancier à la Banque cantonale, s'élevant à 3416 fr., paraît assez considérable pour que nous *proposions et recommandions au Comité actuel le placement de 1000 fr. au compte capital, par achat de titres convenables.*

Le surplus, soit 2416 fr., est suffisant pour couvrir nos créanciers et les frais d'aménagement de notre nouveau local.

b) En ce qui concerne le compte général :

Nous remarquons que ce compte solde par un excédent des recettes de 528 fr. 10. Mais ce boni est purement fictif et le résultat financier net de l'exercice 1900 se traduit par un déficit effectif de 492 fr.

En effet, de la somme de 1020 fr. portée au budget pour achat de mobilier (et imprévu), la moitié environ a été dépensée et ceci non pas pour l'usage prévu, mais pour frais d'administration et pour achats de livres et abonnements.

Les dépenses pour les quatre fascicules du Bulletin, parus en 1900, sont restées sensiblement au-dessous des prévisions budgétaires (4028 fr. au lieu de 4400 fr.).

Il nous paraît désirable, à ce propos, *que le traitement de l'éditeur du Bulletin figure dans les frais d'administration, à côté des autres traitements, plutôt que dans les frais du Bulletin.*

Les frais d'administration se sont élevés à 1401 fr. 40, au lieu des 1150 fr. prévus. Cette augmentation est due surtout aux deux postes suivants :

1° Frais d'avocat pour l'inscription de la Société au registre du commerce et sa reconnaissance comme personne morale.

2° Frais de représentation de la Société par un délégué spécial à l'assemblée annuelle de la Société helvétique, à Thusis.

Quand aux dépenses concernant le Fonds de Rumine, l'achat de livres et les abonnements, elles ont atteint le chiffre très élevé de *1131 fr. 30*, au lieu des 600 fr. réglementaires.

L'examen des factures relatives à ce compte nous a montré que des 1131 fr. 30 payés pendant l'année 1900, 488 fr. 30 l'ont été pour des factures concernant les exercices antérieurs 1898 et 1899, ce qui porte à 643 fr. les

paiements pour l'année 1900 (nous ne disons pas la *dépense*, car il reste un certain nombre d'abonnements pour 1900 dont les factures devront être soldées en 1901).

Il a été acheté, en 1900, des livres de fond pour la somme de 230 fr. 70, parmi lesquels un ouvrage de 106 fr. 70 (*Les Crania helvetica antiqua*).

Les abonnements payés représentent la belle somme de 925 fr. 45. Les publications zoologiques, à elles seules, ont absorbé la plus grande partie de cette somme ; elles nous ont coûté 676 fr. 60, somme qui dépasse déjà, à elle seule, le crédit budgétaire.

Cette disproportion flagrante des achats au profit exclusif d'une seule science, en somme peu représentée dans les travaux publiés par notre Bulletin et les communications scientifiques faites à nos séances, nous paraît devoir être signalée tout spécialement au Comité et à l'assemblée générale.

Il est vivement à désirer que le Comité actuel inaugure un modus faciendi qui nous permette de répartir nos acquisitions d'une façon plus équitable entre les différentes sciences.

Il nous paraît vivement désirable aussi, que ce mode de faire nous permette de pouvoir nous rendre un compte au moins approximatif de la somme qui doit être affectée chaque année au payement des abonnements, de manière à savoir ce que l'on peut consacrer chaque année à l'achat de livres nouveaux.

Dans l'état actuel des choses, cela est impossible. Nos abonnements comprenant un certain nombre de publications très coûteuses qui paraissent d'une facon tout à fait irrégulière, il nous est impossible de nous rendre compte des obligations annuelles qui nous incombent du fait de nos abonnements.

La dépense de ce chef peut atteindre tout à coup un total considérable, comme l'expérience de 1900 le montre, et mettre l'équilibre de notre budget en danger.

Une réforme urgente nous paraît s'imposer là au nom du bon ordre et de l'économie.

Il est à désirer, enfin, que le contrôle des achats et des fournitures pour notre Bibliothèque soit fait d'une façon plus stricte. Nous avons relevé l'achat et le paiement faits à double, par erreur, du même ouvrage. Le pointage des comptes de notre principal fournisseur, la librairie Benda, a décelé, en outre, le paiement fait à double, par erreur aussi, d'une somme de 50 fr. 70, qui sera réclamée par notre caissier.

Nous vous proposons, Messieurs, de donner décharge au Comité pour sa gestion pendant l'année 1900.

Nous demandons l'impression in-extenso du présent rapport au bulletin.

Lausanne, 1er mars 1901.

Les vérificateurs :

Dr J. Amann. A. Borgeaud, vét. Eug. Delessert.

letin de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles
'ol. XXXVII. N° 140. 1901

DISTRIBUTION DE LA FLORE ALPINE

DANS LE

ssin des Dranses et dans quelques régions voisines

PAR LE

Dr **Paul JACCARD,** professeur.

I

Dans un précédent mémoire [1], la comparaison de la flore alpine des trois régions : Trient, Bagnes, Wildhorn, m'amenait à conclure que la richesse en espèces et surtout la proportion des espèces spéciales à chacune des régions comparées est sensiblement proportionnée à la variété de leurs conditions biologiques.

Jusqu'à quel point cette conclusion est-elle générale ? C'est ce que je me propose d'établir dans le présent mémoire en m'occupant tout d'abord d'une exception apparente à la conclusion que je viens de rappeler.

Il s'agit du Grand Saint-Bernard et du val d'Entremont.

[1] Ce travail est la suite d'un mémoire publié dans le Bulletin de la Soc. vaudoise de l'année dernière, vol. XXXVI, et intitulé : *Contribution au problème de l'immigration de la flore alpine.* Il reproduit en les développant les deux notes parues dans les Archives des Sc. phys. et nat. de Genève, t. X, octobre 1900 : *L'immigration post-glaciaire et la distribution actuelle de la flore alpine dans quelques régions des Alpes*, et dans les Comptes rendus du Congrès international de botanique de Paris, 1900, p. 31-38, *Méthode de détermination de la distribution de la flore alpine.*

Si la richesse florale est réellement proportionnée à la variété des conditions biologiques, à celle du sous-sol en particulier, comment se fait-il que cette région[1] du Grand Saint-Bernard, située presque entièrement sur un même terrain géologique, les schistes de Casana du massif du Combin[2], soit si riche au point de vue botanique ?

D'après le *Guide du botaniste sur le Grand Saint-Bernard*, par le chanoine Tissière, et le *Catalogue de la flore valaisanne*, de Henri Jaccard, le nombre des espèces, hybrides et variétés de cette région limitée dépasse 600.

La partie supérieure du val d'Entremont, presque entièrement située, comme nous venons de le dire, sur les schistes de Casana, devrait-elle cette richesse à sa proximité de la vallée d'Aoste, à l'altitude relativement basse du col ou à la direction des courants atmosphériques ?

Autrement dit, le *facteur immigration* jouerait-il dans cette portion des Alpes un rôle important que ma première étude ne lui avait pas attribuée ?

En examinant attentivement la question, voici les raisons qui me permettent d'avancer que le Grand Saint-Bernard, versant nord, ne doit pas à l'immigration davantage que les vallées voisines séparées du versant méridional par des cols plus élevés :

1° Un bon nombre d'espèces ou de variétés et hybrides, signalés jusqu'ici au Grand Saint-Bernard seulement, existent probablement dans les vallées voisines mais n'y ont pas été rencontrées.

En effet, la flore alpine du Grand Saint-Bernard et des environs, c'est-à-dire de toute la haute vallée d'Entremont ainsi que du val supérieur de Saint-Rhémy, est une des mieux connues du globe.

---

[1] J'emploie ici le terme « région » dans son acception usuelle.

[2] Le houiller et les quartzites affleurent sur le versant sud seulement.

Grâce à l'attraction du site et de l'Hospice qui amènent chaque année de nombreux botanistes, grâce surtout aux investigations sagaces et répétées des religieux de l'Hospice, il n'est pas un repli de terrain qui n'ait été visité et cela du premier printemps à la fin du court été alpin. Nous en avons la preuve dans le nombre considérable de 75 variétés, sous-espèces et hybrides mentionnés au Saint-Bernard. On y constate, en outre, l'indication d'une cinquantaine d'espèces, presque toutes très communes, la plupart subalpines ou ne végétant qu'accidentellement dans la région alpine.

La liste suivante comprend l'indication des espèces rencontrées au Saint-Bernard et que je n'ai pas observées ou vu signalées dans le reste du bassin des Dranses. *Sc.* et *H.* désignent les espèces trouvées exclusivement sur versant sud du Grand Saint-Bernard (Schistes de Casana et houiller).

Espèces rencontrées dans le territoire du Grand St-Bernard seulement.

Achillea stricta.
Aconitum paniculatum var. penninum et var. hebegynum.
Agrostis alba. f. gigantea.
» alpina. f. elongata et f. aurata.
» vulgaris.
Alectorolophus major.
Allium Victorialis.
Alsine biflora *Sc.*
Aronia rotundifolia.
Androsace obtusifol. × glacialis.
Anemone Hepatica.
Aquilegia vulgaris.
Armeria plantaginea *(Sc.)*
Arenaria serpyllifolia (alt. 1850 m.)
Asplenium Trichomanes »
Avena pubescens.
Asperugo procumbens.
Caltha palustris.
Campanula pusilla.
Capsella bursa pastoris.
Carex incurva.
» microstyla.
» paniculata.
» teretiuscula.
» leporina b. argyroglochin.
» brunescens.
» palescens.
» distans.
» panicea.
» digitata.
» verna.
Centaurea alpestris.
Chaerophyllum Cicutaria.
» elegans.
Cuscuta europaea.
Dactylis glomerata.

Epilobium collinum.
» nutans.
Erigeron glabratus.
Festuca pilosa.
Galeopsis Tetrahit var. Reichenbachi.
Galium rubrum *Sc.*
» Mollugo.
» sylvestre v. austriacum.
Gentiana purpurea v. flavida.
» alpina (Vill.) P. J. et Th. R.
Geum reptans.
» montanum × rivale.
Hieracium Peleterianum.
» glaciale v. eriocephalum.
» florentinum v. piloselloïdes.
1° Hybrides du sous-genre Pilosella.
Hieracium valdepilosum *(Sc.)*
» glanduliferum v. tubulosum *(Sc.)* et v. calvescens.
» armerioides.
» » v. nigritellum.
» » v. elisum.
» praecox v. alpicolum.
» amplexicaule *(Sc.)*
» ochroleucum *(Sc.)*
» prenanthoides *(Sc.)*
» ochroleucum × prenanthoides *(Sc.)*
» murorum.
Hy[illegible]
[illegible]
[illegible]
[illegible]
[illegible]
[illegible]
[illegible]
[illegible]
[illegible]
[illegible]
[illegible]
[illegible]
Nigritella angustif. × Gymnadeni odoratissima.
Orchis globosa.
» mascula.
Pedicularis cenisia *(H.)*
Phegopteris Dryopteris.
Phyteuma spicatum.
» Scheuzeri ?
Poa alpina v. brevifolia.
» sudetica.
» pratensis.
» » v. angustifolia.
» trivialis.
» nemoralis v. montana.
» cenisia.
Polygala vulgaris.
» comosa.
Polygonatum verticillatum.
Polygonum bistorta.
Platanthera bifolia.
Prenanthes purpurea.
Ranunculus pyrenaeus v. plantagineus.
» aconitifol. × glaciali
» aduncus.
» acris.
» repens.
Ribes petraeum.
Salix nigricans v. alpicola.
» glauca × retusa.
helvetica × herbacea.
retusa *(Sc.)*
Sedum acre.
Sempervivum Gaudini *(Sc.)*
Senecio viscosus *(Sc.)*
Stachys recta.
Scrophularia amplexifolius.
Saxifraga pratensis.
[illegible]
[illegible]
[illegible]
[illegible]
[illegible]
[illegible]
[illegible]
[illegible]
[illegible]
[illegible]
[illegible]

Valeriana celtica.	Viola sciaphila.
Veronica officinalis.	» collina.
» spicata.	» Thomasiana.
	» hirta.

Au total 140 espèces, hybrides et variétés.

2° Ce sont surtout les genres polytypes comme *Hieracium* ou *Carex* qui permettent de juger du degré d'exploration d'une contrée. Or, tandis qu'on trouve l'indication de plus de 40 espèces, hybrides ou variétés de Hieracium, sur le versant nord du Grand Saint-Bernard, on n'en trouve mentionné que 23 dans le fond de la vallée de Bagnes et 10 dans le val Ferret (région alpine seulement bien entendu).

La vallée de Binn, si remarquable par sa complexité pétrographique, est aussi extraordinairement riche en espèces, sous-espèces ou hybrides de Hieracium. Sur une centaine d'espèces plus ou moins rares appartenant à cette vallée on y compte plus de 30 Hieracium, espèces ou hybrides.

Les seules espèces vraiment spéciales au Grand Saint-Bernard sont ou bien des formes endémiques comme *Chaerophyllum elegans* et quelques formes de *Hieracium*, ou bien, comme *Valeriana celtica*[1], des espèces à distribution très sporadique. Il n'en est aucune dont la présence puisse être attribuée à des conditions d'immigration particulièrement favorables qui auraient fait défaut à d'autres vallées voisines. (Nous n'envisageons ici que les sommets et le versant septentrional du Grand Saint-Bernard.)

Enfin plusieurs espèces y sont très rares et n'ont été rencontrées qu'une ou deux fois. Tout compte fait, lorsqu'on se place dans des conditions d'exploration compa-

[1] Dans ma note aux Archives de Genève j'avais, sur la foi d'une indication, mis en doute l'existence de cette espèce au Grand Saint-Bernard. Depuis lors, M. le prof. Wilczek m'a assuré l'avoir récoltée lui-même.

rables à celle de la vallée de Bagnes, par exemple, qui a été pourtant très visitée, on peut facilement ramener la liste du Saint-Bernard, côté nord, entre 450 et 500 espèces. Dans le nombre de celles que nous retranchons, figurent une quarantaine d'espèces, hybrides ou variétés, qui ne sont indiqués que sur le versant sud seulement. Sur ce nombre, *Tragopogon crocifolius* et *Sisymbryum austriacum*, n'appartiennent même pas à la flore alpine; *Pedicularis cenisia* et *Saxifraga retusa* se retrouvent en d'autres points du versant sud de la chaîne pennine et presque toutes les autres ont été signalées sur le versant nord de la même chaîne.

3° Enfin, la formation géologique, désignée sur la carte de Gerlach comme *schistes de Casana*, est loin de posséder en réalité l'uniformité frappante de la teinte qui la désigne sur la carte.

Rien n'est plus varié, comme compacité d'abord, comme composition chimique ensuite, que la roche du massif du Combin; elle présente tous les passages, depuis la roche la plus dure, ayant l'apparence d'un gneiss compact, jusqu'aux schistes les plus friables.

Comme la composition chimique en est d'ailleurs très complexe et très variable, que le calcaire s'y trouve avec la silice en toute proportion, on peut donc considérer ce substratum comme très varié, tant au point de vue chimique que physique.

Versant sud de la partie supérieure du val d'Entremont, [illegible] de Bagnes ou de Ferret, possède [illegible] de combes, de plateaux [illegible] encore la variété des [illegible]

[illegible] Saint-Bernard, le Valsorey, etc. [illegible] chacune des espèces [illegible]

II

La comparaison des régions Bagnes-Trient-Wildhorn me conduisit à une conclusion bien inattendue; c'est que, malgré leur proximité, *les trois régions envisagées ne possèdent en commun que le tiers des espèces rencontrées sur l'ensemble de leur territoire.*

Une série de relevés floristiques effectués dans tout le bassin des Dranses et sur quelques points du flanc septentrional de la vallée d'Aoste, dans le courant de l'été dernier, me permettent de généraliser cette conclusion de mon premier mémoire. Un coup d'œil jeté sur la carte géologique montre la diversité stratigraphique du territoire en question.

Dans le val Ferret, affleurent le calcaire jurassique, le houiller, les schistes calcifères triasiques, la protogyne. Le val de Bagnes possède des schistes de Casana, des schistes calcifères, du gneiss d'Antigorio, de la syénite, des schistes chloriteux et micacés, de la serpentine, des gabros. Entremont est en entier sur schistes de Casana. Le houiller et les quartzites n'affleurent que sur le versant méridional du Grand Saint-Bernard. Seule, la Combe de La, qui s'ouvre en face de Liddes, sur la rive gauche, possède du houiller et de la dolomie.

Qu'on me permette de rappeler brièvement, au risque de me répéter, les divers termes de comparaison envisagés :

Mes recherches ont porté sur trois *districts* également distants l'un de l'autre d'une cinquantaine de kilomètres environ à vol d'oiseau :

1° Le haut bassin de la Sallanche et du Trient, entre la Dent du Midi et le Buet. (Par abréviat. : Trient ou T.).

2° Le massif du Wildhorn, entre le Sanetsch et le Rawyl. (Par abrév. : Wildhorn ou W.).

3° Le haut bassin des Dranses de Bagnes, Entremont et Ferret, entre le col de Fenêtre et le col Ferret. (Par abrév. : Dranses ou D.).

Ces trois districts, comparables par leur situation et leurs conditions météorologiques générales, présentent, au point de vue pétrographique, comme nous venons de l'indiquer, la plus grande diversité.

Chacun de ces trois districts se subdivise en vallons parallèles constituant autant de *sous-districts*.

Wildhorn en comprend deux principaux (les seuls dont nous nous occupons) : Iffigen et Küh-Dungel. Trient en comprend trois : Salanfe, Emaney, Barberine. Dranses en comprend trois : Ferret, Entremont, Bagnes.

Enfin, dans chacun de ces sous-districts, nous envisageons un certain nombre de *localités* situées dans des conditions d'altitude et de déclivité comparables, recouvertes par le même type d'association (la prairie alpine) mais différant par l'exposition et la nature du substratum.

J'obtiens ainsi trois degrés de comparaison entre les districts, les sous-districts et les localités d'un même territoire.

Pour établir mes comparaisons, j'ai dressé la liste aussi complète que possible de toutes les espèces rencontrées par moi ou signalées par d'autres sur l'ensemble des trois districts susmentionnés. Puis dans une série de colonnes correspondant aux localités explorées, groupées par districts et sous-districts, je désigne par un pointage approximatif la fréquence de chaque espèce. J'obtins de cette [illegible] le nombre total des espèces de [illegible] c'est que l'indication des [illegible] deux ou trois par [illegible]

[illegible] espèces de chacun des [illegible]

[illegible] des espèces qui

ont été signalées dans chacun d'eux, sont légèrement arrondis.

Wildhorn, y compris les stations du Sanetsch et du Rawyl (Iffigen et Küh-Dungel)	**350**
Trient (Salanfe, Emaney, Barberine)	**470**
Dranses (Bagnes, Entremont, Ferret)	**600**
avec hybrides et var. environ	650
Bagnes (Haute-Vallée depuis Mauvoisin)	415
avec hybrides et var. environ	465
Entremont	450
avec hybrides et var. environ	495
Ferret (du col Fenêtre au col Ferret)	360
Territoire Wildhorn-Trient-Dranses (abstraction faite des variétés et hybrides), environ	**650**

La comparaison des districts et sous-districts donne les résultats suivants :

Communes[1] à Wildhorn-Trient	295	espèces.
sur 525, soit les $^{56}/_{100}$ environ.		
Communes à Trient-Entremont	375	»
sur 590, soit les $^{64}/_{100}$.		
Communes à Trient et Bagnes	310	»
sur 585[2], soit les $^{53}/_{100}$.		
Communes à Wildhorn et Bagnes	240	»
sur 525[2], soit les $^{46}/_{100}$.		
Communes à Ferret (360) et Wildhorn (350)	225	»
sur 485, soit les $^{46}/_{100}$.		

[1] Pour évaluer la proportion d'espèces communes, il suffit de soustraire du total des deux listes comparées, le nombre des espèces communes. Ainsi Trient 470 + W. 350 = 820. 820 — 295 esp. communes = 525 esp. différentes dont 295 sont communes aux deux listes soit plus de la moitié, $^{56}/_{100}$ environ.

[2] Ces chiffres diffèrent un peu de ceux de mon premier mémoire par suite de nouvelles trouvailles. Ils ne modifient cependant pas les résultats généraux précédemment établis.

Communes à Ferret (360) et Trient (470) sur 540, soit les $^{54}/_{100}$.	290	espèces.
Communes à Ferret et Bagnes[1]. . . . sur 545, soit les $^{50}/_{100}$.	275	»
Communes à Ferret et Entremont[1] . . sur 555, soit les $^{54}/_{100}$.	300	»
Communes à Entremont et Bagnes. . . sur 650 environ, soit les $^{57}/_{100}$.	370	»
Communes à Trient (partie calc. 390) et Wildhorn (350) . . . . . sur 475, soit les $^{56}/_{100}$.	265	»
Communes à Emaney (partie gneissique 173) et protogyne du val Ferret (127) . . sur 200, soit les $^{50}/_{100}$.	100	»
Communes à Bagnes-Entremont-Ferret-Trient-Wildhorn . . . . . sur 650, soit $^{30}/_{100}$.	190	»
Communes à Ferret-Entremont-Bagnes-Trient. . . . . sur 650, soit les $^{37}/_{100}$.	240	»
Communes à Ferret-Bagnes-Entremont . sur 600, soit les $^{43}/_{100}$.	260	»

* * *

Un coup d'œil jeté sur les chiffres précédents mont que les différents districts et sous-districts de notre ter toire, pris deux à deux, possèdent une proportion d'e pèces communes qui se rapproche sensiblement de la m tie du total des espèces relevées sur les deux termes comparaison (53 [illegible] en moyenne). On constate toutef

[illegible] précédent mémoire par [illegible] pas les résultats géné

que cette communauté est sous la dépendance directe des conditions biologiques, celle du substratum en particulier.

Nous voyons que les plus fortes parentés concernent :

1° Wildhorn-Trient, 56 %, grâce à la présence des terrains calcaires jurassiques dans le Trient;

2° Ce même district, qui possède également des terrains cristallins (gneiss), présente avec la vallée d'Entremont une parenté de 64 %;

3° Trient (portion calcaire) et Wildhorn (calcaire), 57 %[1].

Par contre, entre Wildhorn et Bagnes, ainsi qu'entre Wildhorn et Ferret, beaucoup plus dissemblables par leur substratum et leur configuration générale, la parenté tombe à 46 %.

Remarquons toutefois qu'entre Emaney, portion gneissique, et la protogyne du val Ferret, la proportion d'espèces communes (50 %) est moins grande qu'on aurait pu le supposer, tandis qu'entre Entremont et Bagnes elle s'élève à 57 %. La raison en est dans le fait que les surfaces comparées sont moins étendues et par conséquent moins variées dans le premier cas, et dans le second sont très rapprochées et possèdent une forte proportion de roches semblables. Ferret-Trient et Ferret-Entremont ont sensiblement le même coefficient de communauté (54 %). Pour Ferret-Bagnes, il correspond à 50 %.

En augmentant les termes de comparaison, nous voyons le coefficient de communauté devenir plus faible; il est de 43 % pour Ferret-Bagnes-Entremont, s'abaisse à 37 % pour Ferret-Bagnes-Entremont-Trient, et tombe à 30 % pour Ferret-Bagnes-Entremont-Trient-Wildhorn.

---

[1] Pour ces trois sous-districts, j'ai tenu compte dans les comparaisons des variétés et hybrides, ce qui modifie quelque peu les chiffres indiqués dans mon premier mémoire.

III

Pour compléter les résultats précédents et pour les expliquer j'eus l'idée de faire porter la comparaison non plus sur la totalité des espèces des différents districts ou sous-districts, mais sur les espèces constituant un même type d'association envisagé dans diverses localités.

Je choisis comme type d'association la *prairie alpine* comprise entre 1900 et 2400 mètres en m'adressant autant que possible à des localités comparables au point de vue de la déclivité, de l'humidité et de l'état d'avancement de la flore. Dans chaque cas, accompagné d'amis botanistes[1], j'ai noté avec soin toutes les espèces reconnaissables (en boutons, en fleurs ou en fruits) réparties sur une bande de 100 mètres de largeur environ comprise entre les deux altitudes de 1900-2400 m. environ.

Cette opération ayant été faite de la même façon et dans les mêmes conditions pour toutes les localités, les résultats obtenus sont comparables. Ces relevés floristiques ayant été notés dans le tableau général des espèces dont il a été fait mention plus haut, il ne restait plus qu'à les comparer pour en tirer les conclusions.

Parmi les localités ainsi explorées, nous en avons choisi une dizaine dont voici l'indication avec les numéros d'ordre par lesquels nous les désignerons :

1. *Plan la Chaud* (val Ferret), sur schistes triasiques calcifères, 1900-2400 m. Exposit. Ouest.

2. *La Peulaz* (val Ferret), sur schistes triasiques calcifères, 1900-2300 m. Exposit. Est.

3. *Col Ferret* (versant Sud), sur jurassique inférieur avec affleurement de quartzites, 1900-2400 m. Exposit. Sud-Ouest.

[1] MM. Aubert et Rittener, dont la collaboration m'a été aussi précieuse qu'agréable.

4. *Alpes de Tsessettaz* (combe de La, Entremont), sur dolomie, 2000-2300 m. Exposit. Est.

5. *Alpage des Vingt-Huit* (Bagnes), sur schistes calcifères triasiques et sur schistes de Casana, 2000-2500 m. Exposit. Ouest.

6. *Barberine* (Trient), sur calcaire jurassique inférieur, 1900-2300 m. Exposit. Sud-Ouest.

7. *Luisin* (Emaney), sur gneiss, 1900-2400 m. Exposit. Ouest.

8. *Gagnerie* (Salanfe), sur calcaire jurassique supérieur, 1900-2450 m. Exposit. Ouest.

9. *Iffigen* (Wildhorn), sur calcaire crétacique et nummulitique, 2000-2500 m. Exposit. Sud-Est.

10. *Kühl-Dungel* (Wildhorn), sur calcaire crétacique et nummulitique, 1850-2300 m. Exposit. Nord-Est.

La comparaison des dix localités ci-dessus, nous donne les résultats suivants :

1. **Plan la Chaud** (101 espèces) et la Peulaz (107 esp.), ont ensemble 155 espèces différentes dont 53 leur sont communes (101 + 107 = 208 — 53 = 155), soit les $^{35}/_{100}$. Exprimé en centièmes, leur *coefficient de communauté florale* est donc 35.

» et *Col Ferret* (106 esp.), ont 59 espèces communes sur 148 (101 + 106 = 207 — 59 = 148), soit $^{40}/_{100}$.

» et *Alpe de Tsessettaz* (99), ont 57 espèces communes sur 143 (99 + 101 = 200 — 57 = 143), soit $^{40}/_{100}$.

» et *Alpe de Vingt-Huit* (140), ont 66 espèces communes sur 175 (101 + 140 = 241 — 66 = 175), soit $^{37}/_{100}$.

» et *Barberine* (114), ont 38 espèces communes sur 177 (101 + 114 = 225 — 38 = 177), soit $^{21}/_{100}$.

» et *Luisin* (173), ont 48 espèces communes sur 274. (101 + 173 = 274 — 48 = 226), soit $^{21}/_{100}$.

» et *Gagnerie* (165 esp.), ont 58 espèces communes sur 208 (101 + 165 = 266 — 58 = 208), soit $^{28}/_{100}$.

» et *Iffigen* (147 esp.), ont 64 espèces communes sur 184 (101 + 147 = 248 — 64 = 184), soit $^{35}/_{100}$.

» et *Küh-Dungel* (150 esp.), ont 60 espèces communes sur 191 (101 + 150 = 251 — 60 = 191), soit $^{31}/_{100}$.

2. **La Peulaz** (107 esp.) et *Col Ferret* (106), ont 57 espèces communes sur 156 (107 + 106 = 213 — 57 = 156), soit $^{36}/_{100}$.

» et *Tsessettaz* (99 esp.), ont 42 espèces communes sur 164 (107 + 99 = 206 — 42 = 164), soit $^{26}/_{100}$.

» et *Vingt-Huit* (140 esp.), ont 68 espèces communes sur 179 (107 + 140 = 247 — 68 = 179), soit $^{38}/_{100}$.

» et *Barberine* (114 esp.), ont ensemble 50 espèces communes sur 171 (107 + 114 = 221 — 50 = 171), soit $^{30}/_{100}$.

» et *Luisin* (173 esp.), ont 65 espèces communes sur 225 (107 + 173 = 280 — 65 = 225), soit $^{29}/_{100}$.

» et *Gagnerie* (165 esp.), ont ensemble 60 espèces communes sur 212 (107 + 165 = 272 — 60 = 212), soit $^{28}/_{100}$.

» et *Iffigen* (147 esp.), ont 48 espèces communes sur 106 (107 + 147 = 154 — 48 = 106), soit $^{45}/_{100}$.

» et *Küh-Dungel* (150 esp.), ont 62 espèces communes sur 195 (107 + 150 = 257 — 62 = 195), soit $^{32}/_{100}$.

3. Col **Ferret** (106 esp.) et *Tsessettaz* (99 esp.), ont 58 espèces communes sur 147 (106 + 99 = 205 — 58 = 147), soit $^{39}/_{100}$.
   » et *Vingt-Huit* (140 esp.), ont 69 espèces communes sur 177 (106 + 140 = 246 — 69 = 177), soit $^{39}/_{100}$.
   » et *Barberine* (114 esp.), ont 50 espèces communes sur 170 (106 + 114 = 220 — 50 = 170), soit $^{30}/_{100}$.
   » et *Luisin* (173 esp.), ont 59 espèces communes sur 220 (106 + 173 = 279 — 59 = 220), soit $^{27}/_{100}$.
   » et *Gagnerie* (165 esp.), ont 60 espèces communes sur 211 (106 + 165 = 271 — 60 = 211), soit $^{28}/_{100}$.
   » et *Iffigen* (147 esp.), ont 53 espèces communes sur 200 (106 + 147 = 253 — 53 = 200), soit $^{26}/_{100}$.
   » et *Kühl-Dungel* (150 esp.), ont 56 espèces communes sur 200 (106 + 150 = 256 — 56 = 200), soit $^{28}/_{100}$.

4. Alpes de **Tsessettaz** (99 esp.) et *Vingt-Huit* (140 esp.), ont 65 espèces communes sur 174 (99 + 140 = 239 — 65 = 174), soit $^{37}/_{100}$.
   » et *Barberine* (114 esp.), ont 45 espèces communes sur 168 (99 + 114 = 213 — 45 = 168), soit $^{27}/_{100}$.
   » et *Luisin* (173 esp.), ont 53 espèces communes sur 219 (99 + 173 = 272 — 53 = 219), soit $^{24}/_{100}$.
   » et *Gagnerie* (165 esp.), ont 61 espèces communes sur 203 (99 + 165 = 264 — 61 = 203), soit $^{30}/_{100}$.
   » et *Iffigen* (147 esp.), ont 69 espèces communes sur 177 (99 + 147 = 246 — 69 = 177), soit $^{39}/_{100}$.
   » et *Kühl-Dungel* (150 esp.), ont 64 espèces com-

munes sur 185 (99 + 150 = 249 — 64 = 185), soit $^{31}/_{100}$.

5. **Alpe de Vingt-Huit** (140 esp.) et *Barberine* (114 esp.) ont 71 espèces communes sur 183 (140 + 114 = 254 — 71 = 183), soit $^{39}/_{100}$.

» et *Luisin* (173 esp.), ont 73 espèces communes sur 240 (140 + 173 = 313 — 73 = 240), soit $^{32}/_{100}$.

» et *Gagnerie* (165 esp.), ont 84 espèces communes sur 221 (140 + 165 = 305 — 84 = 221), soit $^{38}/_{100}$.

» et *Iffigen* (147 esp.), ont 76 espèces communes sur 211 (140 + 147 = 287 — 76 = 211), soit $^{36}/_{100}$.

et *Küh-Dungel* (150 esp.), ont 53 espèces communes sur 237 (140 + 150 = 290 — 53 = 237), soit $^{22}/_{100}$.

6. **Barberine** (114 esp.) et *Luisin* ont 66 espèces communes sur 221 (114 + 173 = 287 — 66 = 221), soit $^{30}/_{100}$.

et *Gagnerie*, ont 62 espèces communes sur 217 (114 + 165 = 279 — 62 = 217), soit $^{29}/_{100}$.

et *Iffigen*, ont 60 espèces communes sur 201 (114 + 147 = 261 — 60 = 201), soit $^{30}/_{100}$.

et *Küh-Dungel*, ont 66 espèces communes sur 198 (114 + 150 = 264 — 66 = 198), soit $^{33}/_{100}$.

7. **Luisin** (173 esp.) et *Gagnerie*, ont 69 espèces communes sur 269 (173 + 165 = 338 — 69 = 269), soit $^{26}/_{100}$.

et *Iffigen*, ont 69 espèces communes sur 251 (173 + 147 = 320 — 69 = 251), soit $^{27}/_{100}$.

et *Küh-Dungel*, ont 82 espèces communes sur 241 (173 + 150 = 323 — 82 = 241), soit $^{34}/_{100}$.

8. **Gagnerie** (165 esp.) et *Iffigen*, ont 74 espèces communes (165 + 147 = 312 — 74 = 238), soit $^{31}/_{100}$.

et *Küh-Dungel*, ont 86 espèces communes sur 229 (165 + 150 = 315 — 86 = 229), soit $^{38}/_{100}$.

ligen (147 esp.) et *Küh-Dungel*, ont 89 espèces communes ($147 + 150 = 297 - 89 = 208$), soit $^{42}/_{100}$.

* * *

ur faciliter la lecture, nous groupons dans le tableau nt les différents coefficients de communauté exprimés entièmes. Les localités comparées sont désignées par uméros d'ordre qu'elles ont dans la liste de la page 252. insi 1 : 2 = 35 signifie que sur 155 espèces différentes: ontrées sur les deux localités Plan la Chaud et la laz, les $^{35}/_{100}$ sont communes aux deux.

portion des espèces communes entre les localités 1 à 10.

1 : 2 = 35	2 : 9 = 23	5 : 6 = 39
1 : 3 = 40	2 : 10 = 32	5 : 7 = 30
1 : 4 = 40	3 : 4 = 39	5 : 8 = 38
1 : 5 = 37	3 : 5 = 39	5 : 9 = 36
: 6 = 21	3 : 6 = 27	5 : 10 = 22
: 7 = 21	3 : 7 = 30	6 : 7 = 30
: 8 = 28	3 : 8 = 28	6 : 8 = 29
: 9 = 35	3 : 9 = 26	6 : 9 = 30
: 10 = 31	3 : 10 = 28	6 : 10 = 33
: 3 = 36	4 : 5 = 37	7 : 8 = 26
: 4 = 26	4 : 6 = 27	7 : 9 = 27
: 5 = 38	4 : 7 = 24	7 : 10 = 34
: 6 = 30	4 : 8 = 30	8 : 9 = 31
: 7 = 29	4 : 9 = 39	8 : 10 = 38
: 8 = 28	4 : 10 = 34	9 : 10 = 42

ficient de communauté moyen *32* environ ($^{315}/_{1000}$).

ame le montre le tableau précédent, à l'exception d'un tous les coefficients de communautés que nous avons

établis sont compris entre $^1/_5$ et $^2/_5$, et correspondent en moyenne au tiers environ (32 %) des espèces récoltées sur les localités comparées.

IV

Cherchons à établir maintenant quels sont les éléments qui constituent cette communauté florale.

Cette proportion relativement constante d'espèces communes est-elle due à un nombre restreint d'espèces se répétant dans chaque localité? On pourrait le croire « à priori » et pourtant l'examen de notre tableau de distribution démontre le contraire.

Sur les dix localités que nous venons de comparer, j'ai relevé 370 espèces différentes. Sur ce nombre, 108, *soit presque le tiers,* ne se *rencontrent que sur une seule localité.*

Les 262 autres espèces se répartissent de la façon suivante :

Communes	à 2	localités,	73	espèces.
»	3	»	43	»
»	4	»	33	»
»	5	»	32	»
»	6	»	20	»
»	7	»	22	»
»	8	»	19	»
»	9	»	17	»
»	10	»	3	»

Comme on le voit, il n'y a que trois espèces qui soient communes aux dix localités à la fois; ce sont : *Gentiana excisa, Homogyne alpina* et *Nigritella angustifolia*[1].

[1] Il existe sur ce point une petite différence avec les indications données dans ma note aux « Archives de Genève » et dans les « Comptes rendus du Congrès botanique ».

73 espèces ne se rencontrent que sur deux localités seulement, et il n'y a que 81 espèces qui soient communes à plus de la moitié des dix localités.

Les listes suivantes, I, II, III et IV, permettent d'apprécier dans quelle mesure se manifeste la variation de composition florale lorsqu'on passe d'une localité à une autre.

Comme un relevé complet des espèces eût été fastidieux et difficile à consulter, nous nous bornons à mentionner seulement les espèces communes aux localités 6 et 7 (liste I), 9 et 10 (liste II), 1 et 5 (liste III), 2 et 7 (liste IV), et 3 et 4 (liste V).

Dans ces listes, nous marquons d'une croix (×) les espèces communes aux quatre localités : Barberine, Gagnerie, Iffigen et Küh-Dungel; par un trait vertical (|) les espèces communes à la fois à Plan la Chaud, à l'alpe de Vingt-Huit, à la Peulaz et au Luisin; par un trait horizontal (—) les espèces communes aux quatre localités : Iffigen, Küh-Dungel, Plan la Chaud et l'alpe de Vingt-Huit; par un *(a)* les espèces communes à Barberine, Gagnerie, Combe de La, col Ferret; par un *(b)* les espèces communes à la Peulaz, Luisin, Combe de La, col Ferret; par un *(c)* les espèces communes à Barberine, Gagnerie, Plan la Chaud, Vingt-Huit; par un *(d)* les espèces communes à Barberine, Gagnerie, la Peulaz, Luisin; par un *(e)* les espèces communes à Iffigen, Küh-Dungel, la Peulaz, Luisin; par un *(f)* les espèces communes à Iffigen, Küh-Dungel, col Ferret, Tsessettaz; par un *(g)* les espèces communes à Plan la Chaud, Vingt-Huit, col Ferret, Tsessettaz. Enfin un point (.) indique les espèces communes à six localités, soit aux listes I, II et III (localités 1, 5, 6, 8, 9, 10); un cercle ($_0$) les espèces communes à huit localités, soit aux listes I-IV; un (∞) les espèces communes à dix localités, soit aux listes I-V.

LISTE I

Espèces communes à Barberine et Gagnerie.

× Aconitum Napellus.
» Lycoctonum.
☽ Anemone vernalis.
× Anthoxantum odoratum.
Arabis pumila.
☽ Arctostaphylos Uva ursi.
☽ Arnica montana.
× Aronicum scorpioïdes.
× Aster alpinus.
Astragalus alpinus.
Astrancia major.
× Athamantha cretensis.
Avena Scheuzeri.
× Bartsia alpina.
Biscutella laevigata.
Botrychium Lunaria.
× Briza media.
×☽ Campanula barbata.
Carex foetida.
× » atrata.
× » sempervirens.
☽ Cerastium arvense.
Chrysanthemum alpinum.
× Cirsium spinosissimum.
×☽ Daphne Mezereum.
Dianthus sylvestris.
× Dryas octopetala.
Erigeron alpinus.
Euphrasia officinalis.
Festuca violacea.
×☽ Gentiana excisa.
» lutea.
× Gentiana verna.
×☽ Geranium sylvaticum.
Geum montanum.
× Globularia cordifolia.
× Gypsophila repens.
× Hedysarum obscurum.
×☽ Helianthemum vulgare.
× Hieracium villosum.
» scorzonerifolium
×☽ Homogyne alpina.
Hutschinsia alpina.
☽ Linum catharticum.
Lilium Martagon.
☽ Myosotis alpestris.
× Nigritella angustifolia.
Oxytropis campestris.
Pachypleurum simplex.
× Phaca frigida.
× Plantago alpina.
× Primula auricula.
» farinosa.
Rhamnus pumila.
Salix reticulata.
× Saxifraga oppositifolia.
× » Aizoon.
Sempervivum tectorum.
× Senecio Doronicum.
× Silene acaulis.
Solidago Virga aurea.
☽ Trifolium alpinum.
☽ Vaccinium Myrtillus.
☽ Viola calcarata.

LISTE II

Espèces communes à Iffigen et Küh-Dungel.

Achillea atrata
Aconitum Napellus
Agrostis alpina
Alchemilla alpina.
Alectorolophus alpinus.
Androsace obtusifolia.
Antennaria dioïca.
Anthoxanthum odoratum.

e Anthyllis vulneraria.
Aposeris foetida.
Arabis alpina.
Aronicum scorpioïdes.
Asplenium viride.
Aster alpinus.
Athamantha cretensis.
Azalea procumbens.
e Bartsia alpina.
e Bellidiastrum Micheli.
Briza media.
Bupleurum ranunculoïdes.
e Campanula barbata.
» Scheuzeri.
Cardus defloratus.
Carex atrata.
» firma.
» sempervirens.
Cirsium spinosissimum.
e Coeloglossum viride.
Cystopteris alpina.
e Daphne Mezereum.
Draba Johannis.
• Dryas octopetala.
e Erigeron uniflorus.
Festuca ovina v. duriuscula.
• e Gentiana excisa.
» bavarica.
• » verna.
• e Geranium sylvaticum.
Globularia cordifolia.
Gymnadenia odoratissima.
• Gypsophyla repens.
Hedysarum obscurum.
• e Helianthemum vulgare.
Hieracium villosum.
» vulgatum.
• e Homogyne alpina.
Kernera saxatilis.
Leontodon Taraxaci.
Leontopodium alpinum.
Leucanthemum vulgare.
Linaria alpina.
e Lotus corniculatus.
Luzula spadicea.
Meum Mutellina.
• e Nigritella angustifolia.
Oxyria digyna.
e Pedicularis verticillata.
» Barrelieri.
Phaca frigida.
Phleum alpinum.
Phyteuma orbiculare.
e Pinguicula alpina.
• Plantago alpina.
Poa alpina.
e Polygala alpestris.
Polygonum viviparum.
Primula auricula.
e Ranunculus montanus.
e Rhododendron ferrugineum.
Salix retusa.
» serpyllifolia.
Saxifraga oppositifolia.
» biflora.
e » Aizoon.
» aizoïdes.
» exarata.
Selaginella spinulosa.
• e Senecio Doronicum.
Sesleria coerulea.
• Silene acaulis.
» inflata.
Soldanella alpina.
Thymus serpyllum.
e Trifolium Thalli.
e » pratense.
e Trollius europaeus.
Veronica fruticulosa.
Viola biflora.

LISTE III

Espèces communes à Plan la Chaud et à l'alpe de Vingt-Huit

— Agrostis alpina.
Ajuga pyramidalis.
— *g* Alchemilla alpina.
» montana.
» vulgaris.
g Alsine verna.
» Cherleri.
— *g* Androsace obtusifolia.
— *g* Antennaria dioïca.
— Anthoxanthum odoratum.
— *g* Anthyllis vulneraria.
cg Astragalus alpinus.
— *g* Bellidiastrum Micheli.
— Campanula Scheuzeri.
cg Cerastium arvense.
— *cg* Cirsium spinosissimum.
Draba aizoïdes.
— *c* Dryas octopetala.
— *g* Erigeron uniflorus.
c Festuca violacea.
g Galium sylvestre.
— *cg* Gentiana excisa.
— *cg* [illegible] verna.
— *cg* Geranium sylvaticum.
cg Geum montanum.
— *c* Gypsophila repens.
c [illegible]
[illegible]
[illegible]
[illegible]
[illegible]
[illegible]
[illegible]

— *cg* Nigritella angustifolia.
Phyteuma hemisphaericum.
— *cg* Plantago alpina.
g » montana.
— Poa alpina.
— *g* Polygala alpestris.
— *g* Polygonum viviparum.
Potentilla aurea.
cg Primula farinosa.
— *g* Ranunculus montanus.
— *g* Rhododendron ferrugineum.
— *g* Salix retusa.
— *g* » serpyllifolia.
» arbuscula.
Saxifraga stellaris.
— *g* » aizoïdes.
— *g* » exarata.
Sedum atratum.
g Sempervivum montanum.
— Senecio Doronicum.
— *g* Sesleria coerulea.
— *cg* Silene acaulis.
Taraxacum officinalis.
Thesium alpinum.
— Thymus serpyllum.
— Trifolium Thalli.
» repens.
cg Vaccinium Myrtillus.
uliginosus.
g Veronica bellidioïdes.
saxatilis.
g Viola calcarata.
g biflora.

LISTE IV

Espèces communes entre la Peulaz et le Luisin.

[illegible]
[illegible]

[illegible] vernalis.
[illegible] vulneraria.
[illegible] Uva ur-

Arnica montana.
Bellidiastrum Micheli.
Betonica hirsuta.
Calamintha alpina.
Campanula barbata.
Carlina acaulis.
Cerastium triviale.
| » arvense.
Coeloglossum viride.
Cotoneaster vulgaris.
Crepis aurea.
Daphne Mezereum.
| Erigeron uniflorus.
| Galium sylvestre.
Gentiana purpurea.
| » excisa.
| Geranium sylvaticum.
| Helianthemum vulgare.
Hieracium Pilosella.
| Homogyne alpina.
| Juniperus nana.
Leontodon pyrenaïcus.
Leucanthemum vulgare.
Linum catharticum.
Lonicera coerulea.
| Lotus corniculatus.
Luzula lutea.
Lilium Martagon.
b | Myosotis alpestris.
| Nardus stricta.
bo | Nigritella angustifolia.
b | Pedicularis verticillata.
Phleum alpinum.
Phyteuma betonicaefolium.
Pinguicula alpina.
b Plantago montana.
b | Polygala alpestris.
b | Polygonum viviparum.
| Potentilla aurea.
Ranunculus alpestris.
b | » montanus.
b | Rhododendron ferrugineum.
Rosa alpina.
b Saxifraga Aizoon.
Sedum anacampseros.
o | Senecio Doronicum.
b Silene nutans.
| Thesium alpinum.
| Thymus serpyllum.
Tofieldia calyculata.
Trifolium alpinum.
| » Thalli.
» pratense.
Trollius europaeus.
Vaccinium Vitis Idea.
b | » Myrtillus.
| » uliginosus.
Valeriana montana.
| Veronica saxatilis.
b | Viola calcarata.

LISTE V

Espèces communes au col Ferret et à l'alpe de Tsessettaz.

f Alchemilla alpina.
Alsine verna.
f Androsace obtusifolia.
a Anemone vernalis.
f Antennaria dioïca.
f Anthyllis vulneraria.
a Arnica montana.
af Aster alpinus.
a Astragalus alpinus.
f Azalea procumbens.
af Bartsia alpina.
f Bellidiastrum Micheli.
a Cerastium arvense.
af Cirsium spinosissimum.
f Coeloglossum viride.
f Erigeron uniflorus.
Galium sylvestre.
∞*af* Gentiana excisa.

af Gentiana verna.
a Geum montanum.
af Hieracium villosum.
» piliferum.
∞ *af* Homogyne alpina.
Juniperus nana.
Leontodon pyrenaïcus.
f Lotus corniculatus.
Luzula multiflora.
a Myosotis alpestris.
∞ *af* Nigritella angustifolia.
a Pachypleurum simplex.
f Pedicularis verticillata.
Pimpinella magna.
af Plantago alpina.
» montana.
f Polygala alpestris.
f Polygonum viviparum.
a Primula farinosa.
f Ranunculus montanus.
f Rhododendron ferrugineum.
Rumex alpinus.
a Salix reticulata.
f » retusa.
f » serpyllifolia.
af Saxifraga oppositifolia.
af » Aizoon.
f » aizoïdes.
f » exarata.
» varians.
Sempervivum montanum.
f Sesleria coerulea.
af Silene acaulis.
a Vaccinum Myrtillus?
Veronica alpina.
» bellidioïdes.
f Viola biflora.
a » calcarata.

Entre les listes I et II, nous trouvons 291 espèces, sur lesquelles 30 sont communes aux quatre localités 6, 8, 9, 10, soit $^{10}/_{100}$ environ.

Entre les listes I et III, 279 espèces, dont 20 communes aux quatre localités 1, 5, 6, 8, soit $^{7}/_{100}$.

Entre les listes I et IV, 301 espèces, dont 15 communes aux quatre localités 2, 6, 7 et 8, soit $^{5}/_{100}$.

Entre les listes I et V, 265 espèces, dont 23 communes aux quatre localités 3, 4, 6, 8, soit $^{9}/_{100}$.

Entre les listes II et III, 315 espèces, dont 35 communes aux quatre localités 1, 5, 9, 10, soit $^{11}/_{100}$.

Entre les listes II et IV, 295 espèces, dont 23 communes aux quatre localités 2, 7, 9, 10, soit $^{8}/_{100}$.

Entre les listes II et V, 258 espèces, dont 32 communes aux quatre localités 3, 4, 9, 10, soit $^{12}/_{100}$.

Entre les listes III et IV, 265 espèces, dont 29 communes aux quatre localités 1, 2, 5, 7, soit $^{11}/_{100}$.

Entre les listes III et V, 243 espèces, dont 37 communes aux quatre stations 1, 3, 5, 8, soit $^{15}/_{100}$.

ıtre les listes IV et V, 246 espèces, dont 26 communes
quatre localités 2, 3, 4, 7, soit $^{10}/_{100}$.
ı lieu de porter sur quatre localités, si la comparaison
e sur six, entre 1, 5, 6, 8, 9, 10 (listes I-III), nous
vons 12 espèces communes sur 339, soit $^{35}/_{1000}$.
ıtre huit localités (listes I-IV), nous trouvons six es-
s communes sur 365, soit $^{16}/_{1000}$.
ıfin, entre les dix localités, nous ne trouvons plus que
espèces communes sur 370, soit $^{8}/_{1000}$.

Proportion des espèces communes à quatre localités[1].

I : II = 10	I : V = 9	II : V = 12
I :III = 7	II :III = 11	III :IV = 11
I :IV = 5	II :IV = 8	III : V = 17
		IV : V = 10

part deux, ces coefficients sont compris en 7 et 12 cen-
s, et le coefficient moyen est exactement 10.
coefficient de communauté pour les six localités com-
s est, en centièmes, de 3,5; pour huit localités, de
et, pour dix, de 0,8.

V

Résumé et conclusions.

résultat principal de cette étude est de montrer l'ex-
dinaire diversité du tapis végétal alpin.
ous voyons nombre de plantes considérées comme ubi-
es faire défaut sur de grandes étendues où l'on pou-

[1] Les chiffres romains sont ceux des listes comparées; les chiffres arabes
ntent les coefficients de communauté exprimés en centièmes.

vait, semble-t-il, s'attendre à les rencontrer. D'autre part, la prairie alpine, ce type d'association végétale si caractéristique pour la zone de 2000 à 2500 mètres, présente des dissemblances profondes dans sa composition florale, alors même que les localités envisagées *paraissent comparables* au point de vue de leur substratum, de leur déclivité, de leur exposition et de leur humidité.

Cette dissemblance, ainsi que la communauté florale relativement faible des prairies que nous avons comparées, correspondent certainement à des différences de conditions biologiques. Si nous ne pouvons pas facilement faire l'évaluation directe de ces différences, l'étude des variations de la composition florale nous fournit un moyen indirect de les apprécier.

Un coup d'œil jeté sur le tableau récapitulatif de la page 257 nous montre que la proportion des espèces communes varie entre des limites d'ailleurs peu étendues.

Les coefficients de communauté les plus élevés s'observent entre les localités suivantes :

1° Entre Iffigen et Küh Dungel (Wildhorn), qui sont sur les mêmes terrains, calcaires crétacique et nummulitique plus ou moins magnésiens (coeff. 42 %).

2° Entre Plan la Chaud, sur schistes calcifères triasiques et le col Ferret (versant italien), sur jurassique inférieur avec affleurement de quartzites (coeff. 40 %).

3° Entre Plan la Chaud et l'alpe de Tsessettaz, sur de [illegible] (coeff. [illegible]).

4° Entre col Ferret et l'alpe de Tsessettaz (coeff. 39 %).

5° Entre l'alpe de Tsessettaz et Iffigen (coeff. 39 %).

6° Entre l'alpe des Vingt-Huit et Barberine (coeff. 39 %).

[illegible] des terrains et la fai[illegible] à vol d'oiseau), expli[illegible] élevé. Ce qui est mo[illegible] pas plus élevé.

[illegible] Dranse et Iffig[illegible]

(Wildhorn), la nature dolomitique des terrains peut être la cause d'une communauté plus accentuée.

Dans les N°s 3, 4 et 5, entre Plan la Chaud, col Ferret, Iffigen, d'une part, et l'alpe de Tsessettaz, d'autre part, où les coefficients de communauté sont supérieurs à la moyenne, la dolomie agit peut-être dans cette dernière localité comme cause d'exclusion pour diverses espèces exigentes, ce qui augmente sa richesse en espèces ubiquistes. D'autre part, le nombre des espèces relevées sur l'alpe de Tsessettaz (99) est légèrement inférieur à celui des autres localités.

Pour Barberine et l'alpe des Vingt-Huit, il me paraît qu'il s'agit plutôt d'une ressemblance de qualités physiques du substratum.

Si nous relevons les coefficients de communauté inférieurs à la moyenne, nous trouvons, parmi les plus faibles :

1° Plan la Chaud et Barberine (21 %). Substratum schisteux et calcifère dans les deux cas. Exposition, altitude et déclivité semblables.

La raison de ce déficit (21 % au lieu de la moyenne 32 %), me paraît difficile à établir. Plan la Chaud, il est vrai, est une prairie moins exubérante que Barberine, et la concurrence vitale, due à la prépondérance des grandes espèces se fait inégalement sentir dans les deux cas ; d'autre part, la Peulaz, qui, au point de vue de l'exubérance, me rappelle le plus Barberine et qui se trouve sur le même substratum que Plan la Chaud, n'a cependant avec Barberine qu'un coefficient de communauté de 30 %, soit de 2 % inférieur à la moyenne.

Entre Plan la Chaud et Luisin, le déficit est plus compréhensible. Etant données les différences chimiques et physiques profondes des deux substratum, le déficit devrait, semble-t-il, être plus considérable encore.

Entre l'Alpe des Vingt-Huit et Küh-Dungel, l'Alpe de Tsessettaz et Luisin, ainsi qu'entre Luisin et Gagnerie, même remarque.

En somme, qu'on envisage le coefficient de communauté moyen ou simplement les variations de ce coefficient, il paraît certain que les terrains les plus semblables en apparence présentent, même sur des points très rapprochés, des variations très sensibles dans leurs propriétés physico-chimiques, variations dont le contre-coup retentit sur la composition florale.

La présence d'une espèce végétale en un lieu déterminé étant en somme la résultante d'un nombre de facteurs assez considérable, il suffit que l'un d'eux soit modifié pour que, par contre-coup, d'autres le soient aussi.

Même les espèces les plus triviales présentent des exigences précises capables de restreindre leur dispersion beaucoup plus qu'on ne l'admet généralement. La flore de chaque localité est en somme l'expression fidèle de ses caractères physico-chimiques. Nous ne connaissons malheureusement que très imparfaitement ce qu'on pourrait appeler l'*équivalent floristique* d'un ensemble de conditions déterminées.

Pour établir cet équivalent, il faudrait découvrir dans un territoire étendu deux localités présentant exactement ou sensiblement la même composition florale. Cela existe-t-il ? Peut-être. Mais cela doit être aussi rare que de rencontrer deux sosies parfaits dans l'espèce humaine.

* * *

Etant donné ce parallélisme que nous venons de mettre en lumière entre la variation de composition florale et celle des conditions biologiques, il est extrêmement singulier de constater que, dans le territoire qui nous occupe, cette variation de composition florale *est sensiblement constante*, c'est-à-dire que d'une prairie à l'autre (parmi celles que nous avons comparées), les deux tiers des espèces, en moyenne, sont différentes, un tiers seulement restent communes.

Cette constatation est d'autant plus surprenante que, comme nous l'avons démontré, les espèces qui constituent ce coefficient de communauté ne sont pas les mêmes d'une localité à l'autre et qu'en définitive 3 espèces sur 370 seulement se trouvent sur les dix prairies que nous avons comparées.

Devant ce fait, j'avoue mon embarras. La constance relative du coefficient de communauté s'expliquerait assez aisément s'il était constitué par les mêmes espèces, mais c'est loin d'être le cas.

Nous nous bornons donc, pour le moment, à constater le fait, attendant pour en donner une théorie satisfaisante de nouvelles études sur le terrain.

* * *

Lorsqu'au lieu de comparer un même type d'association, pris dans des localités différentes, on envisage l'ensemble des espèces répandues dans toute la zone alpine des différents districts et sous-districts de notre territoire, on constate que le coefficient de communauté s'élève à la moitié environ (53 %).

Cette proportion plus grande d'espèces communes s'explique par le fait qu'au lieu de ne comparer qu'un seul type de « station » on les envisage tous (rochers, éboulis, marais, tourbières, crevasses rocheuses, etc.).

Les chances de similitudes sont de ce fait augmentées, surtout si les territoires comparés ont une certaine étendue et présentent quelque complexité géologique.

Néanmoins, là encore, nous reconnaissons des influences analogues à celles qui font varier le coefficient de communauté de nos prairies : ainsi les plus fortes communautés s'observent entre Trient et Entremont (gneiss et schistes de Casana) 64 %, et entre Trient (portion calcaire) et Wildhorn, 57 %.

En ce qui concerne Trient et Entremont, nous pouvons

faire une remarque analogue mais inverse à celle que nous avons faite à propos de l'Alpe de Tsessettaz, c'est que le grand nombre des espèces relevées dans l'Entremont augmente les chances de communauté que présente la flore de ce sous-district avec d'autres.

La quantité d'espèces ubiquistes que l'on observe dans un territoire très étendu vis-à-vis de la faible quantité que nous en avons relevée dans nos comparaisons de prairies, n'a rien d'essentiellement contradictoire.

Sur un territoire étendu, il y a plus de probabilité pour que de nombreuses stations différentes soient représentées. Par contre, ce qui n'augmente pas avec l'étendue et surtout avec l'éloignement des territoires comparés c'est la probabilité qu'un même groupement de facteurs et par conséquent une même association végétale se renouvellent.

Il existe plusieurs exemples de plantes ayant un area très étendu, mais, à part certaines associations de plantes dominantes formées par un petit nombre d'espèces, telles que les bruyères, l'Alchemilla pentaphylla, etc., je ne connais guère d'associations complexes se répétant avec leurs mêmes caractères sur une grande étendue.

Voici, pour terminer cette question, l'indication des douze espèces les plus répandues dans la plaine alpine du territoire Trient-Dranses-Wildhorn :

Anthoxantum odoratum.
Dryas octopetala.
Gentiana excisa.
» verna.
Geranium sylvaticum.
Gypsophila repens.
Helianthemum vulgare.
Homogyne alpina.
Nigritella angustifolia.
Plantago alpina.
Senecio Doronicum.
Silene acaulis.

* * *

En résumé, l'étude que nous venons de faire sur le territoire *Trient-Wildhorn-Dranses* nous permet de généraliser cette conclusion : *que la variété florale d'une région*

est proportionnée à la variété de ses conditions biologiques.

Dans le territoire qui nous occupe, le rôle du *facteur station* se montre absolument prépondérant dans la répartition actuelle des espèces ; le *facteur immigration* ne peut être invoqué que pour un petit nombre d'espèces rares.

En ce qui concerne la composition florale, la plus grande diversité se manifeste d'une localité à l'autre.

La moitié seulement des espèces d'un district ou d'un sous-district se retrouve dans un autre, même lorsque les deux districts comparés sont rapprochés l'un de l'autre. Dans le territoire, pourtant assez étendu, que nous envisageons, la distance semble jouer à cet égard un rôle secondaire.

D'une localité à l'autre, les deux tiers des espèces changent et près du tiers des espèces n'ont été récoltées que sur une seule des dix localités comparées.

Néanmoins, malgré cette grande diversité, et malgré la proximité relative des localités comparées, leur coefficient de communauté florale présente une remarquable constance et correspond très sensiblement au tiers du total des espèces.

* * *

On trouvera dans les travaux suivants un certain nombre de documents concernant le présent mémoire, documents que je n'ai pas relevés, pour éviter des longueurs et des répétitions :

1. *Etude sur la florule du vallon de Barberine* (Bulletin de la Soc. vaud. des Sciences naturelles, vol. XXXII). En collaboration avec M. Jules Amann.

2. *Etude géo-botanique sur la flore des hauts bassins de la Sallanche et du Trient* (Revue générale de botanique, tome X, avec une carte).

3. *Contribution au problème de l'immigration post-gla-*

ciaire de la flore alpine (Bulletin de la Soc. vaud. des Sc. nat., vol. XXXVI, p. 81-130. Une carte).

4. *L'immigration post-glaciaire et la distribution actuelle de la flore alpine dans quelques régions des Alpes* (Archives des sciences physiques et naturelles, tome X, septembre et octobre 1900, Genève).

5. *Méthode de détermination de la distribution de la flore alpine* (Compte rendu du Congrès international de botanique de Paris, pp. 31-38, 1900.)

ÉTUDE PÉTROGRAPHIQUE DES ROCHES ÉRUPTIVES

DU

SOUBASSEMENT CRISTALLIN

DES

DENTS DE MORCLES — DENTS DU MIDI

PAR

Arthur BONARD

Introduction.

La première zone alpine cristalline est profondément entaillée, près du débouché de la Vallée du Rhône, dans la région comprise entre Saint-Maurice et Martigny. Les deux flancs de la vallée y constituent la base des deux montagnes bien souvent étudiées en géologie : la Dent de Morcles et la Dent du Midi. Mais les études qu'on a faites jusqu'à présent dans ces massifs ont surtout porté sur les terrains sédimentaires, sur le grand synclinal carbonifère de la Dent de Morcles-Salvan, sur le vaste pli couché qui couronne chacune des deux grandes sommités. Ces travaux scientifiques sont aujourd'hui classiques et le nom de M. Renevier y est désormais attaché comme celui du défricheur infatigable qui a consacré sa vie entière à traiter ce beau et difficile problème. Il en est de même du travail de M. E. Favre, achevé par M. H. Schardt. Les études de la base cristalline qui soutient l'ensemble de ces plis sont presque toutes de dates fort anciennes et remontent aux travaux de Gerlach. Une seule est récente et s'inspire des

idées de la géologie moderne, c'est celle qu'a entreprise M. le professeur Golliez [1] et dont il a déjà publié, sous forme de courtes notices préliminaires, les premiers et importants résultats. Le travail de M. Golliez est essentiellement géologique : la partie pétrographique restait à faire. M. le professeur Golliez, mon maître, voulut bien m'en charger et il me confia tout d'abord l'étude pétrographique des divers types de roches filoniennes recueillies par lui dans cette région. C'est là le sujet des recherches que j'expose ici.

Lorsque j'entrepris le présent travail, M. Golliez avait déjà fait la carte de la zone qui nous intéresse et assemblé, au fur et à mesure des levés, une quantité considérable d'échantillons. Il s'ensuit que mon travail a été avant tout un travail de cabinet. J'ai borné mon étude sur le terrain à aller simplement m'inspirer des travaux que je cite ici. Puis, rentré au laboratoire, j'ai repris les échantillons, j'en ai établi les coupes et, sans autre préoccupation que celle de chercher à définir les types pétrographiques auxquels on a affaire ici, j'ai étudié, échantillon par échantillon, tout le matériel dont je disposais. Je fis cette étude dans le laboratoire de Minéralogie et de Pétrographie de l'École Nationale supérieure des Mines de Paris, sous la haute et bienveillante direction de M. le professeur Termier.

Ainsi, ma préoccupation dominante n'a jamais été celle du gisement de ces diverses variétés de roches éruptives, ni celle de relations [illegible] entre eux, d'établir leur zone de [illegible], de [illegible] pas davantage appliqué à rattacher [illegible] à celles des régions voisines de la [illegible] certainement des con[illegible] que je n'ai pas cherché l[illegible] [illegible] par exemple, d[illegible] les régions qui, s'éten[illegible] [illegible] Pelvoux. J'ai voul[illegible]

limiter mon étude à la conception restreinte que j'ai énoncée plus haut : définir et décrire les types des roches filoniennes de la région. Il appartiendra à un autre travail de développer les points de vue qui ne sont pas dans celui-ci. Il comprendra toutes les roches cristallines de la région de la Dent de Morcles et de la Dent du Midi et non seulement les roches filoniennes. Ce travail, entrepris en collaboration par M. le professeur Golliez et moi, ne tardera sans doute pas à voir le jour.

Généralités.

La première zone alpine de Lory est constituée, dans la région de la Dent de Morcles et de la Dent du Midi par un ensemble de schistes cristallins que M. le professeur Golliez a rangés dans deux complexes distincts : un complexe de schistes chlorités (cornes vertes) et un complexe de schistes micacés. Toutes les roches cristallines de la première zone alpine sont abondamment injectées de roches profondes diverses qui se présentent tantôt sous la forme de massifs, tantôt sous celle de filons. Dans la zone dont nous nous occupons, ces injections sont filoniennes.

Les différents échantillons récoltés nous ont révélé, dans ces filons, un certain nombre de types bien distincts que nous pouvons répartir dans les groupes suivants :

1° *Granites* à orthose et microperthite ;

2° *Roches se rattachant aux granites.* Ce sont d'abord des *aplites granitiques*. Puis, ce sont des *microgranites à orthose et à microperthite*. Nous avons jugé convenable de subdiviser ces derniers en deux sous-genres : *a)* celui des microgranites de Saint-Barthélemy-Luisin qui a été déjà souvent décrit sous le nom de porphyre de Saint-Barthélemy ; *b)* celui des microgranites divers, uniformément répandus dans la région, sur les deux rives du Rhône.

3° *Roches de magma syénitique.* Ce sont des *microsyénites à microcline microperthitique et à oligoclase-albite*, enfin

4° *Roches de magma dioritique :* des *diorites à andésine basique.*

Ces quatre groupes formeront les sujets de quatre chapitres :

I. *Roches de magma granitique. — Granits proprement dits.*

II. *Roches de magma granitique. — Aplites granitiques et microgranites.*

III. *Roches de magma syénitique.*

IV. *Roches de magma dioritique.*

Signalons immédiatement que les granites et les diorites sont modifiés par un métamorphisme intense dont nous examinerons l'action de détail au moment voulu.

CHAPITRE PREMIER

Roches de magma granitique. — Granites proprement dits.

Caractères extérieurs.

Extérieurement, ces roches ont, dans leur ensemble, l'aspect habituel des granites avec quelque chose de moins frais au toucher et à la vue. Suivant que leur grain est fin, moyen ou gros, cet aspect rappelle tantôt celui des vrais granites, tantôt celui de phyllades et de gneiss, tantôt celui de pegmatites, à tel point que souvent, à l'œil nu, on les confond avec celles-ci dans l'une ou dans l'autre de ces familles.

Quand [illegible] sèche est serrée et lourde ; le clivage [illegible] distinguent difficilement les

des autres, et, dans les cas où ils sont distincts, ils n'accusent aucune orientation commune bien nette. La couleur générale des roches de ce groupe se tient presque uniformément dans des tons verdâtres analogues à ceux des pâtes de certains microgranites de la même région.

Avec un grain moyen, les éléments présentent parfois visiblement une orientation commune, et il arrive que cette orientation est si nettement réalisée qu'elle donne à la roche un caractère plus ou moins apparent de schistosité. Si, alors, la roche contient de la biotite, ce qui est ordinairement le cas, on voit, dans la section transversale, à l'œil nu ou mieux à la loupe, se dessiner de fines lignes rouges-jaunâtres qui courent à travers la roche dans le sens de son étirement qu'elles soulignent de cette façon. Ce sont les traces, sur la section, des dépôts formés par les produits ferreux de la décomposition de la biotite. Dans certains échantillons, c'est la biotite elle-même, restée fraîche, ou la chlorite qui accentuent la schistosité ; les traînées en sont souvent anastomosées entre elles et forment, çà et là, des paquets assez volumineux. Il peut arriver que la roche se débite sans trop de peine en feuillets comparables à ceux des phyllades et dont les plans de séparation sont quelque peu brillants. D'autre part, plusieurs échantillons de grain moyen pourraient être parfaitement confondus avec de vrais gneiss. Ils ne vont pas, toutefois, jusqu'à accuser une tendance à la foliation. Les éléments y sont disposés en rubans parallèles et alternants d'éléments blancs (feldspaths et quartz) et d'éléments colorés (biotite), lesquels ne passent que rarement les uns dans les autres. L'aspect rubanné disparaît cependant par endroits et l'apparente schistosité n'existe plus. La roche, en ces points, ne ressemble plus à un gneiss et prend plutôt l'aspect d'une pegmatite.

Quelques types de grain moyen sont d'aspect aplitique. La teinte peut en être très blanche et la présence d'abon-

dantes mouchetures vertes de chlorite secondaire provenant de la décomposition de la biotite, permet seule de reconnaître le caractère granitique de la roche. Cependant elle n'a d'aspect aplitique que par son grain qui est difficilement visible à l'œil nu et très homogène ; à part cela, la roche est le plus souvent multicolore et comme bigarrée de rouge par le feldspath, de vert par la chlorite, de gris par le quartz.

Le grain peut, enfin, être grossier ou même gros. Dans ce cas, l'aspect de la roche paraît pegmatitique. Les éléments semblent n'avoir pas été orientés par le laminage et leur disposition absolument quelconque est, au contraire, mise en évidence par les positions de la plupart des lamelles de muscovite qui sont maintes fois orientées normalement les unes par rapport aux autres.

Dans chaque type, — à grain fin, à grain moyen, à grain grossier ou gros, — le *quartz* présente à l'œil nu les mêmes caractères que dans les types de granites de grains correspondants et qui n'ont pas subi d'action métamorphique.

Les *feldspaths* des types à gros grain ont parfois jusqu'à trois ou quatre centimètres de longueur et montrent çà et là la macle de Carlsbad. La présence de cristaux de telles dimensions donne alors à la roche le caractère d'un granite porphyroïde.

Les *micas* sont habituellement disposés en traînées ou en paquets ; la biotite est généralement chloritisée. La muscovite apparaît, dans la plupart des cas, en paillettes brillantes, mais souvent aussi, et cela surtout dans les échantillons d'aspect pegmatitique, en larges lames superposées sur des épaisseurs de plusieurs millimètres.

Dans plusieurs de ces mêmes échantillons, on constate la présence de *grenats*. Ils sont abondants, mais répartis d'une façon assez peu uniforme, de sorte qu'en certains points ils s'accumulent en groupes très denses, tandis qu'en

d'autres ils sont plus clairsemés. Les cristaux atteignent 1 mm. à 1 $^1/_2$ mm. et présentent la forme b^1 (110), à l'exclusion, semble-t-il, de toute autre. La couleur en est le rouge caractéristique de l'almandin ordinaire.

Le dynamométamorphisme de ces roches est rendu sensible, à l'œil nu, par d'évidents phénomènes de torsion des feldspaths.

Caractères microscopiques.

Au microscope le grain de la roche, quel que soit le type auquel elle appartient, est assez souvent anisométrique. La grandeur des éléments est, parfois, à tel point variée, qu'en maint endroit la roche paraît comme formée d'une pâte englobant de grands cristaux. Cette apparence de roche à deux temps est d'autant plus accentuée que la roche a subi un laminage plus intense ou, ce qui revient au même, une compression plus forte. Elle est mise en évidence surtout par l'allure que le dynamométamorphisme donne au quartz. Ce minéral est généralement réduit en une sorte de ciment grenu dont les éléments, d'orientations diverses, ont, dans leur ensemble, l'aspect d'une mosaïque. Le grain de cette texture est très variable. Parfois, sa dimension est très comparable à celle des éléments autres que le quartz restés intacts, mais souvent ce quartz divisé, l'est si finement qu'il prend véritablement l'aspect d'une pâte irréductible. Il va sans dire que ce caractère coïncide, dans les échantillons qui le présentent, avec d'autres indices d'un métamorphisme intense. La finesse du grain de quartz divisé est la raison essentielle de l'apparence « à deux temps » de certains échantillons ; cette finesse dépend, d'autre part, du degré d'intensité du métamorphisme, aussi est-il juste de dire, comme nous l'avons fait, que cette apparence est d'autant plus accusée que le métamorphisme a été plus violent, autrement dit

que le caractère granitique de nos roches s'efface de plus en plus avec l'accentuation du laminage. Quand l'action du métamorphisme a été très forte, les feldspaths eux-mêmes en ont été atteints et brisés, mais chaque individu ne s'est réduit, en général, qu'en peu de fragments. Cependant, dans certains cas de laminage particulièrement intense, la coupe montre au microscope un fouillis presque irréductible de fragments infiniment divisés de feldspath et de quartz. Le tout forme alors une espèce de pâte agglomérée, d'un aspect rappelant quelque peu celui d'une coupe de grès à grain très fin. Nous avons ici la *Mörtelstruktur* de Törnebohm. C'est à peine alors si dans quelques cristaux plus grands et qui ont résisté, on peut reconnaître la nature des éléments. Il se produit souvent, dans ces cas de laminage intense, un phénomène particulier : cet agrégat de fragments déjà agglomérés se fend en un ruban sinueux que vient remplir du quartz secondaire (quartz de recristallisation). Il en résulte un véritable filonnet se terminant, d'une part, en coin et aboutissant, d'autre part, à une grande plage de quartz divisé, laquelle est localisée généralement dans une région plutôt feldspathique qui la limite et l'enferme. Le filonnet peut couper des cristaux entiers dont il ressoude, en quelque sorte, les fragments séparés. (Fig. 1.)

Fig. 1. — Filonnet de quartz recristallisé ressoudant les deux fragments d'une orthose.

Le laminage peut encore se traduire par un aspect spécial qu'il donne à la roche, celui d'un agrégat de grands cristaux de feldspaths dans lequel on aurait injecté une pâte siliceuse mêlée d'impuretés, pâte qui aurait pénétré

dans la masse en prenant l'allure de quelque chose de fluide. Il n'y a plus, ici, de plage de quartz reconnaissable ; seuls, les individus qui se trouvaient à l'état d'inclusions primaires dans les feldspaths ont échappé au broyage.

Il y a encore, comme résultat du laminage, une orientation des éléments dans laquelle non seulement les minéraux lamelleux (micas et chlorites) s'aplatissent dans le plan de laminage, mais encore les feldspaths et les quartz tendent à se coucher dans les mêmes plans. Tout semblerait donc s'être passé comme si le quartz divisé eût joué le rôle d'une pâte fluente dans laquelle les feldspaths, moins brisés, et les quartz les plus grands auraient pu basculer et s'étendre suivant les plans de laminage. En général, cette orientation est bien accusée et la présence de la biotite ou de son produit de décomposition, la chlorite, l'indique fort nettement. Il convient cependant de dire que ce caractère d'orientation peut être plus ou moins atténué.

Ainsi donc, au point de vue de la texture, nos granites se distinguent essentiellement par les effets du laminage, faibles ou intenses, et, parmi ces effets, les deux plus saillants sont, comme nous pouvions nous y attendre, la fine division du quartz ou la réduction des minéraux en « Mörtelstruktur » et l'orientation des éléments sur les plans de laminage.

Etude des éléments constitutifs.

Les éléments constitutifs de ces granits sont :

Eléments essentiels :

Feldspaths alcalins.
Quartz.

Eléments accessoires :

Biotite.
Apatite.

Tourmaline.
Zircon.
Fer oxydulé (magnétite).

Eléments secondaires :

Chlorite.
Muscovite.
Calcite.
Sphène.
Grenat.
Cordiérite.
Rutile.
Fer titané (ilménite).

FELDSPATHS ALCALINS.

Nous trouvons ici l'orthose, la microperthite, la microcline microperthite, l'oligoclase-albite.

Orthose.

L'orthose se présente en larges bandes tantôt sous forme cristalline, tantôt laissant deviner, dans un vague idiomorphisme, les contours cristallins. Les macles suivant la loi de Carlsbad sont abondantes et nettes. Les extinctions sont peu franches mais, au contraire, véritablement roulantes, à la façon de celles du quartz. Les plages sont abondamment sillonnées de cassures dues aux actions mécaniques. Ces cassures sont généralement remplies par du mica blanc qui s'est formé aux dépens même du feldspath. Suivant la forme des cassures, la muscovite est distribuée en fins filaments ou en petits amas irréguliers mais généralement allongés.

Un examen approfondi montre dans la plupart des plages de notre minéral de légères traces d'albitisation; nous pourrions dire que nous avons affaire à de la microperthite — mais si peu albitisée qu'il nous est permis de la considérer comme de l'orthose pur. Ce dernier se ren-

contre d'ailleurs dans quelques coupes, en plages plus ou moins étendues, en général allotriomorphes et le plus souvent fort altérées. Dans un type à grain moyen cet orthose prédomine; les plages en sont rares mais particulièrement étendues et sans contours géométriques — ou bien, plus abondantes, de dimensions plus petites et assez uniformes et de sections plus ou moins arrondies.

On trouve dans cet orthose d'assez nombreuses inclusions de quartz primaire, en plages arrondies. Le quartz s'y présente aussi à l'état de minéral secondaire d'infiltration, cimentant les lambeaux séparés d'orthose qui ont été brisés par les actions dynamométamorphiques, — ou en inclusions très petites distribuées en lignes incurvées. A côté du quartz, il y a des inclusions de biotite souvent bien idiomorphes ou de muscovite et de chlorite provenant l'une et l'autre d'anciennes biotites décomposées. Ces dernières inclusions sont toujours en fragments échevelés orientés dans toutes les directions. Les inclusions d'apatite et de grenat ne sont point rares.

Dans l'ensemble des échantillons, l'orthose est très muscovitisé.

Microperthite.

Les caractères morphologiques généraux de la microperthite de nos roches sont les mêmes que ceux décrits pour l'orthose. L'aspect microperthitique est plus ou moins accusé, au premier coup d'œil, selon que l'altération (généralement la muscovitisation) est moins ou plus avancée. La macle de Carlsbad n'est point rare. Les contacts de la microperthite avec les plagioclases sont tantôt fort nets, parfaits et sans bavures, tantôt diffus et remplis de muscovite secondaire. Les contours des plages sont souvent très sinueux et dans les sinus se logent soit des prolongements de microperthites contiguës, soit des prolongements de quartz, soit du quartz divisé. Les plages qui ont été brisées ont leurs cassures remplies de muscovite secon-

daire dont les particules se disposent parfois en une texture pseudo-fluidale.

Quant à l'abondance de ce minéral, elle est variable. Dans certaines coupes, il prédomine largement et relègue le quartz bien au second plan. Notons qu'il se rencontre souvent en compagnie de l'orthose.

Beaucoup de sections montrent un double maclage rectangulaire, c'est celui, caractéristique, du microcline. Nous avons alors affaire à du *microcline microperthitique* (Brögger). Il se présente habituellement en grandes plages sans contours géométriques qui, souvent, dominent sur les autres minéraux de la roche et parfois même en sont le seul feldspath. Le caractère microclinien est en général nettement accusé par les particularités caractéristiques de l'extinction. Habituellement, le double système de macles albite-péricline se reconnaît indubitablement mais parfois, il ne se traduit que par un moirage d'extinction, orienté vaguement, suivant deux directions à peu près perpendiculaires. D'ailleurs, le laminage a souvent dérangé les assemblages en tordant les éléments des macles. Les extinctions sont alors simplement moirées et s'effectuent sans ordre sensible.

Dans certaines de nos roches, types composés presque exclusivement de microperthites qui ne comportent à côté d'elles qu'un peu de quartz divisé, les bords de ces microperthites paraissent comme usés par la friction des grains de quartz qui ont parfois pénétré dans le feldspath de façon à en découper les contours en une sorte de dentelle.

Albitisation. Les facules d'albite de la microperthite sont souvent disposées régulièrement en une orientation commune variable, selon les types, par rapport aux éléments cristallographiques. D'autres fois, elles sont réparties en paquets de formes irrégulières, à angles arrondis et reliés les uns aux autres par des anastomoses formées par leur propre matière. (Fig. 2.)

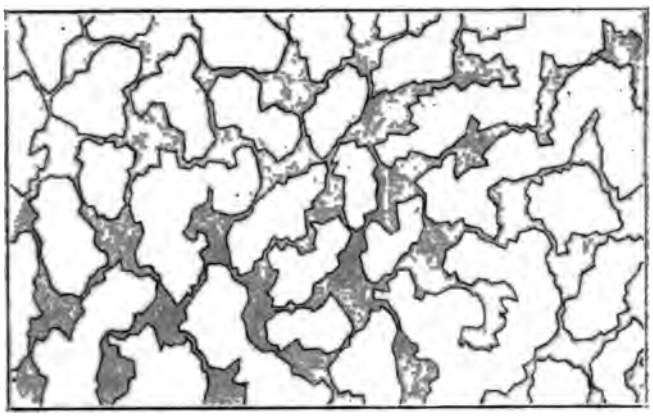


Fig. 2. — Microperthite. Albitisation en facules anastomosées.

Dans d'autres cas, intermédiaires, elles sont orientées, mais grossièrement, dans une direction définie, parfois normale à g^1 (010). Parfois encore, l'albitisation est, pour ainsi dire, sporadique, c'est-à-dire que les facules d'albite, tout en étant très nettes et très limpides, sont, par contre, relativement peu abondantes et notablement éloignées les unes des autres. Il arrive que du microcline microperthitique se forme en inclusion dans la microperthite. Le passage de l'un des modes à l'autre est insensible : les facules d'albite de la microperthite deviennent de moins en moins nettes, les contours de leur dessin se fondent progressivement, l'uniformité de leur orientation s'atténue, elles s'anastomosent de plus en plus à mesure que, partant d'une région reconnue comme microperthitique, elles se rapprochent d'une plage incluse de microcline microperthitique. Les anastomoses, d'abord irrégulières, s'ordonnent de plus en plus et finissent par former avec les facules elles-mêmes, également transformées et ordonnées, une plage d'aspect nettement microclinique. Le mode ainsi obtenu de microcline microperthitique est donc constitué par une alternance d'orthose et d'albite assemblés dans le double système de macles albite-

péricline. Il se présente parfois dans une microperthite plusieurs plages de ce microcline microperthitique, et qui s'éteignent simultanément. On reconnaît cependant que, dans ces cas, les extinctions en sont en général grossièrement zonées et que les zones d'extinction ne sont pas absolument conformes dans toutes les plages incluses : dans l'une, l'extinction commencera par le centre et se portera sur les bords ; dans une autre, au contraire, elle débutera le long des contours pour se porter au centre. En considération de ce phénomène, on peut conclure à une légère oscillation dans la composition chimique de ces plages incluses, en ce sens que l'albitisation des unes, par exemple, croît du centre vers les bords, tandis que celle des autres croît des bords vers le centre. Ces plages incluses sont généralement très fraîches.

La *macle de Carlsbad* est également abondante dans la microperthite et dans le microcline microperthitique; elle donne lieu à de curieuses compénétrations et à d'intéressantes manifestations du laminage. Ce dernier s'y traduit fréquemment par ses effets sur le plan de macle g^1 (010), dont

Fig. 3. — Orthoses montrant l'incurvation des plans de macle (Carlsbad) due à la compression.

la trace, au lieu d'être rectiligne ou en baïonnette comme dans les feldspaths qui n'ont pas été dynamométamorphisés, se trouve être composée de lignes courbes juxtaposées. (Fig. 3.)

Quelquefois, les traces, sur le plan de la coupe, des figures de pénétration provoquées par des individus maclés suivant la loi de Carlsbad, sont remarquables, et elles donnent à certaines plages un aspect fort compliqué quand elles se combinent avec les effets du laminage, lequel a non seulement déformé les cristaux, mais encore a provoqué le dépôt de quartz recristallisé en des endroits inattendus.

Fig. 4. — I et II. Deux individus d'orthose maclés suivant la loi de Carlsbad. A droite, du quartz recristallisé.

C'est ainsi que dans la fig. 4 on voit, dans une section très oblique sur g^1 (010), les traces, fort inégales en surface, des deux individus maclés I et II. De plus, le laminage a brisé l'individu I et du quartz secondaire s'est formé entre sa masse et les fragments enlevés.

Les inclusions de la microperthite et du microcline microperthitique sont les mêmes que celles de l'orthose. Il convient cependant de mentionner spécialement celles de plagioclases. Elles sont nombreuses et orientées, en général, sans uniformité.

Une plage de microperthite peut aussi contenir, en inclusion, de la microperthite d'une orientation différente. Dans l'un de ces cas, l'inclusion est absolument idiomorphe et se présente en un parallélogramme parfait. Cette inclusion a un aspect particulier : l'albite et l'orthose en concrescence sont nettement distincts l'un de l'autre et disposés en un damier oblique formé de quinze rhombes et dix demi-rhombes d'albite et de seize rhombes et de huit demi-rhombes d'orthose. Cette inclusion est très petite et l'on n'en peut percevoir les détails qu'aux plus forts grossissements. (Fig. 5.)

Fig. 5. — Microperthite : O = orthose ; Ab = albite.

La *muscovitisation* a attaqué les microperthites comme les orthoses. Dans les cas où se présente la macle de Carlsbad, la muscovite se dispose volontiers en rubans normaux à la trace du plan de macle, autrement dit, elle s'intercale en couches entre les lamelles du clivage *p* (001).

Oligoclase-albite.

Les plagioclases sont représentés par une oligoclase-albite un peu variable de composition (oscillant entre

mites définies pour cette espèce : 10 à 20 % an.). Elle se rencontre en général simultanément avec les autres feldspaths et cela en proportions très variables. Dans certains échantillons elle domine. Dans quelques coupes même elle est le seul feldspath : il est évident que ceci est purement accidentel. Les contours des plages et les positions relatives de celles-ci dans les coupes ne présentent rien de particulier : il en est ici comme pour les microperthites. La macle répétée de la péricline se présente assez souvent dans la même plage avec celle, caractéristique et toujours abondamment représentée, de l'albite. La densité des lamelles de la macle de l'albite varie parfois notablement dans une même plage : en tel point les lamelles sont nombreuses et très serrées, en tel autre elles sont larges et peu abondantes. La macle de Carlsbad combinée avec les deux autres modes de macles n'est point rare.

Quelques individus présentent un zonage d'ailleurs très peu accentué et dont il est impossible de déterminer les limites vu que ces plagioclases zonés sont tous très mus-

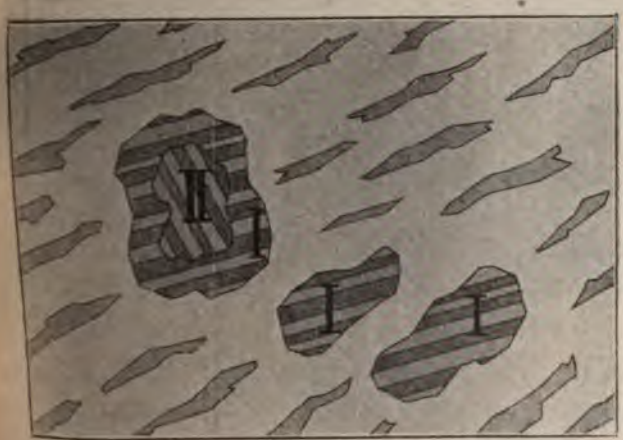


Fig. 6. — I et II, deux individus de microperthite. I moule II et l'ensemble est inclus dans la microperthite.

covitisés. Il est à remarquer que ce zonage coïncide avec un idiomorphisme accusé. Quand la muscovitisation n'est pas trop avancée, elle suit les couches du zonage qu'elle met ainsi en évidence.

Notons quelques particularités de texture. Notre oligoclase-albite est souvent en inclusion dans la microperthite et présente alors des dispositions intéressantes. La figure 6, par exemple, montre une telle inclusion répartie en trois fragments I, parfaitement isolés. Ils appartiennent au même individu comme l'indiquent les extinctions rigoureusement simultanées des lamelles conformes des trois fragments. De plus, l'un des fragments I moule lui-même une plage d'oligoclase-albite II orientée d'une façon différente. Le phénomène occupe une forte étendue de la plage.

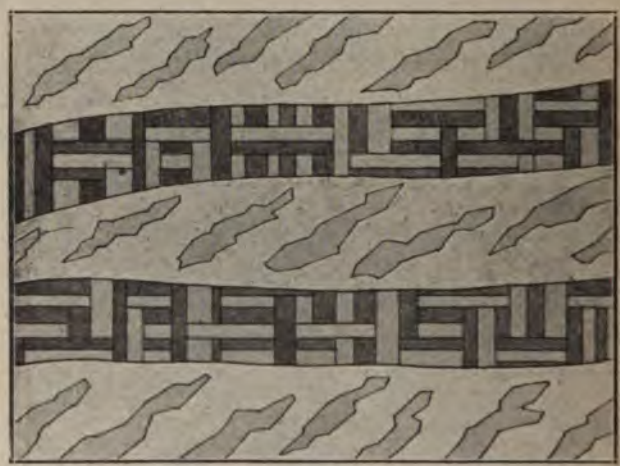


Fig. 7. — Filonnet d'oligoclase-albite traversant la microperthite.

La figure 7 montre une disposition analogue quoique présentant un aspect différent ; l'oligoclase-albite forme ici, dans la masse de la microperthite, des filonnets légèrement incurvés et grossièrement parallèles. Les lamelles du plagioclase sont parfaitement correspondantes dans les

divers filonnets ainsi que permet de le reconnaître la simultanéité des extinctions des systèmes conformes. L'orientation des lamelles de macle est, dans l'ensemble, normale à la direction des filonnets.

Dans la figure 8 nous voyons, pour ainsi dire, une séparation filonienne d'albite pure dans une plage de microperthite qu'elle traverse de part en part. Le phénomène n'est point comparable aux deux précédents où nous avons affaire à de véritables concrescences de deux feldspaths fort différents ; nous ne sommes ici qu'en présence d'une exagération du phénomène de l'albitisation de l'orthose ayant libéré une plage d'albite suffisamment étendue pour qu'il faille la considérer non comme partie intégrante d'une plage de microperthite, mais comme plagioclase et la traiter comme telle.

Le *laminage* a fort nettement mis en évidence dans beaucoup de plages d'oligoclase-albite les clivages p (001). On voit ceux-ci former un système de lignes droites interrompues mais rigoureusement parallèles et normales, ou à peu près, aux traces des plans de macles g^1 (010) dans les cristaux maclés suivant la loi de

Fig. 8. — Filonnet d'albite traversant la microperthite.

l'albite ou celle de Carlsbad. Dans certaines plages où le laminage s'est compliqué d'une torsion manifeste, ces clivages ont obéi à la torsion et se sont disposés en arcs de courbes concentriques. A côté des clivages p (001), le laminage a souvent développé un système distinct de cassures frustes faisant sur g^1 (010), avec les clivages, un angle variable, toujours compris entre 90° et 120°. Ces cassures sont évidemment des cassures h^1 (100). Çà et là, le clivage, fort rare, g^1 (010) a été également mis en évidence. Sur le tout s'étend un réseau de cassures irrégulières et nombreuses, abondamment anastomosées. Aux forts grossissements, toutes ces lignes de clivage et cassures se montrent remplies de produits de décomposition tantôt ferreux, tantôt muscovitiques. Signalons, en passant, que ce résultat du métamorphisme, si sensible dans les plagioclases, l'est davantage encore dans les microperthites les moins caractérisées, c'est-à-dire les plus voisines de l'orthose mais, par contre, il l'est relativement peu dans les microperthites nettement qualifiées. Il convient de remarquer que les feldspaths atteints par ce phénomène semblent avoir un relief plus considérable que normalement, cela tient évidemment à la mise en évidence des formes pétrographiques par les matières de décomposition incluses dans les cassures et dans les contacts.

Le laminage, soit seul, soit compliqué de torsion, a dans plusieurs cas amené par étirement la rupture des plagioclases. En effet, souvent on remarque non seulement que les lamelles hémitropes s'incurvent plusieurs fois sur une très petite longueur, mais encore que leur largeur diminue sensiblement d'une de leurs extrémités jusqu'à un point déterminé de leur allongement pour devenir très faible, puis reprendre jusqu'à l'autre extrémité. La rupture, alors, suit quelque fois l'amincissement et l'espace entre les fragments se comble soit de quartz, soit de muscovite secondaire. Il est à remarquer que plusieurs de ces

fragments indiquent dans mainte coupe un charriage notable ; ils ont conservé les angles vifs produits par la rupture. Dans bien des cas, il est impossible de rattacher les unes aux autres des plages que l'on reconnaît cependant être des fragments charriés.

Nos plagioclases sont, en général, fortement muscovitisées et la muscovite se dispose habituellement en granulations semées uniformément sur toute la plage. Dans les cas où les deux systèmes d'assemblage de l'albite et de la péricline se trouvent réunis, il arrive parfois que la muscovitisation épigénise presque totalement un certain nombre de lamelles hémitropes du feldspath, prend la forme et conserve la position de ces lamelles. (Fig. 9.)

Parfois aussi, au lieu de se disposer en rectangles, elle forme de fins filaments couchés dans les joints des lamelles de macles.

Fig. 9. — Muscovitication de l'oligoclase-albite. Les lamelles de muscovites, reconnaissables à leur clivage, ont gardé la position des lamelles d'oligoclase-albite qu'elles ont épigénisées.

La *calcification* est notablement plus rare que la muscovitisation. Elle se rencontre cependant encore assez fréquemment dans les fentes dues au laminage et certaines plages sont ainsi couvertes d'un réseau général de calcite.

Quant aux *inclusions* primaires, elles sont les mêmes que dans l'orthose et la microperthite.

Quartz

Le quartz se rencontre en grandes plages, en agrégats grenus, en plages peu fragmentées.

Les grandes plages, entières, n'ont pas de contours cristallographiques. Elles sont laminées et tordues et présentent au plus haut degré le phénomène des extinctions roulantes. Leur surface est sillonnée de rangées d'inclusions dont quelques-unes sont à peine visibles aux grossissements les plus forts. Parfois la compression n'a agi que sur des portions limitées d'un quartz et leur a donné une extinction totalement différente de celle du reste de la plage, ou bien elle a brisé ces portions en fragments qui sont restés unis, à angles vifs, et disposés en escaliers.

Mais le caractère essentiel du quartz de ces roches réside dans l'aspect d'agrégats grenus que lui a donné généralement le laminage et dont nous avons déjà dit quelques mots dans les considérations microscopiques générales. Nous ne reviendrons pas sur ce qui a été dit au sujet du rôle du quartz dans la texture de la roche, nous compléterons seulement par quelques détails l'étude de ce minéral en tant qu'élément constitutif.

Les plages de quartz ont été brisées parfois jusqu'à présenter l'aspect d'une agglomération de grains à peine visibles aux grossissements les plus forts. Mais ceci est l'exception. Le plus souvent l'agglomération est réductible et se présente comme un agrégat de grains allotriomorphes et généralement jointifs. Des phénomènes de recristallisation ont eu lieu évidemment après le morcellement des grandes plages.

Dans quelques régions, le quartz en agrégats grenus (ou quartz divisé) affecte une forme multilobée comparable à celle qu'il présente lorsqu'il est produit par la dévitrification de certaines pâtes de rhyolites. Parfois, cette disposition est seulement ébauchée; on voit alors des plages

éduites en un petit nombre de fragments à contours découpés dont les apophyses se compénètrent intimement. Le quartz sous ces formes est fréquemment en grandes surfaces d'une limpidité telle qu'en lumière blanche il est impossible de distinguer les lignes de sutures.

Les grains du quartz en agrégats sont assez souvent séparés les uns des autres par des intervalles comblés de limonite. Quand le quartz divisé fonctionne comme ciment entre des fragments de microperthite et autres feldspaths, il se dépose en rubans agrégés dont la largeur est variable et le grain peu uniforme. Ces bandes quartzeuses pénètrent aussi en chapelets jusque dans les plus fines fissures des feldspaths. Il n'est point rare de voir un filament de muscovite occuper la partie médiane du ruban.

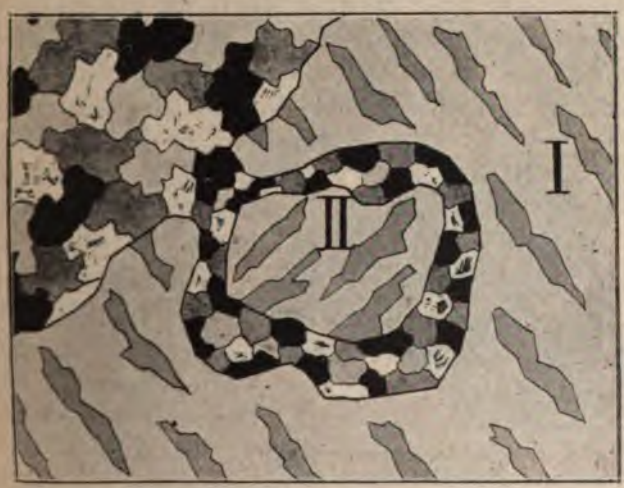


Fig. 16. — La résorption magmatique a détaché de l'individu de microperthite I un fragment II qui a pivoté sur lui-même et pris une orientation particulière. L'espace entre I et II a été comblé par du quartz recristallisé.

Il peut arriver qu'une microperthite étant presque totalement moulée par une autre, d'orientation différente, ce

quartz divisé sépare les deux individus. Il est probable, ici, que la microperthite moulée a été détachée de l'autre suivant une surface de moindre cohésion et que les contacts ont été attaqués. Puis, le fragment rendu mobile ayant pivoté, le quartz interstitiel s'est formé. (Fig. 10.)

Dans quelques échantillons, les grains du quartz divisé sont allongés dans une direction unique.

Entre le quartz finement divisé et les grandes plages entières, il y a une forme intermédiaire, c'est celle où les plages ont été brisées en quelques fragments seulement. Ils sont alors souvent réunis par du quartz grenu très fin et par de la muscovite d'infiltration.

Quant le quartz est à l'état d'inclusion primaire dans un feldspath, ce qui est fréquent, il a des contours arrondis et ne présente habituellement pas le phénomènes des extinctions roulantes. Rarement, il affecte des formes cristallographiques. Le cas se présente cependant, et l'on reconnaît alors la double pyramide hexagonale seule ou combinée avec le prisme hexagonal.

Fig. 11. — Inclusion de quartz dans une oligoclate-albite, celle-ci étant, à son tour, moulée par une microperthite.

Remarquons la présence de quartz inclus dans une plagioclase, alors que celui-ci est lui-même inclus dans une microperthite. La cristallisation du quartz a donc débuté, dans ce cas, avant celle du feldspath le plus basique de la série de nos roches. (Fig. 11.)

On rencontre, çà et là, de la calcite incluse dans les fissures.

Biotite

La biotite fraîche est excessivement rare dans ces granites ; elle est presque toujours en voie de chloritisation ou de muscovitisation.

La biotite n'est idiomorphe que lorsqu'elle se trouve en lusions primaires dans les feldspaths et dans les quartz ; bituellement, elle est semée dans les coupes en paquets ormes et en plages étroites. Le polychroïsme, très in- se dans les individus frais, diminue à mesure que l'alté- ion augmente. Toujours il s'exagère autour de petites lusions de rutile assez abondantes. La biréfringence, male dans les individus non attaqués, diminue rapide- nt par la chloritisation.

Dans les types de roches très laminées, la biotite montre extinctions roulantes beaucoup plus caractéristiques ore que celles du quartz. Elles sont sensibles surtout s les sections de basse biréfringence.

L'effet du dynamométamorphisme a été de coucher les ites dans les plans du laminage. Elles s'y sont tassées paquets dont l'étirement a, par suite, détaché de nom- ux filaments. Tantôt ceux-ci s'anastomosent et couvrent oupe d'un réseau ininterrompu, tantôt ils forment un ème régulier de lignes allèles. Lorsqu'une e, primitivement nor- aux plans du lami- , a pu conserver cette tion, elle a souvent scindée en deux ou fragments qui se détachés suivant le ge basal et se sont és les uns des autres ne entraînés par un ant. (Fig. 12.)

Fig. 12. — Action du laminage métamorphique sur la biotite. L'individu I allongé dans le plan de laminage a été, pour ainsi dire, effiloché ; l'individu II placé normalement au plan de laminage a été divisé en quelques fragments, seulement, entre lesquels s'est formé du quartz de recristallisation.

s produits de dé- position de la biotite sont nombreux. Les deux plus rtants sont la chlorite et la muscovite. Nous les étu- ns à leur place. Les autres sont le sphène, le rutile, titané ou ilménite.

Citons comme inclusion primaire dans la biotite, l'apatite.

La répartition de la biotite dans notre série est variable. Dans certains échantillons, elle est très abondante ; dans d'autres, fort rare.

Apatite

L'apatite présente dans nos granits son caractère habituel d'idiomorphisme parfait. On la trouve soit en sections franchement hexagonales et éteintes, soit en hexagones plus ou moins allongés ou en rectangles. Parfois, les sections sont légèrement corrodées, les angles se sont émoussés ; les hexagones et les rectangles prennent des formes de cercles et d'ellipses.

Les plages d'apatite sont de grandeurs très variables. Quand elles étaient quelque peu étendues, elles ont donné prise au laminage, qui les a brisées, ou bien irrégulièrement, ou bien en fragments de sections transversales.

L'apatite peut être indépendante, mais le plus habituellement elle est incluse dans le feldspath et la biotite.

L'apatite est plus ou moins abondante. Il convient cependant de noter que le plus souvent elle ne peut être considérée que comme sporadique.

Tourmaline

A l'exception d'un des échantillons où la tourmaline est vraiment abondante, on peut dire qu'elle est rare dans nos granites. Dans les coupes où elle se trouve en abondance, elle est en fragments nombreux, dont les plus rapprochés les uns des autres sont reliés par de la muscovite très limpide formée à leurs dépens ; la même muscovite s'est déposée entre les fragments de tourmaline et les feldspaths. Le polychroïsme, bien sensible, va du jaune canari au jaune très clair, presque blanc.

Cette tourmaline contient d'abondantes inclusions d'un minéral qui n'a pu être déterminé. Ce sont des aiguilles

ines, dont la disposition générale rappelle celle des les de rutile dans la variété de quartz dite « quartz à ux de Vénus ». Au premier abord, ces inclusions, qui uvent être observées qu'en lumière blanche et que ne trahit en nicols croisés, paraissent être des cassu- Cependant, en considération du fait qu'elles occupent ut les centres des plages où elles forment des réseaux et que les bords en sont totalement dépourvus, il est le de concevoir une cause mécanique ayant pu pro- des cassures si particulières, et il faut bien admettre es aiguilles sont des inclusions. Quant à leur dispa- en nicols croisés, elle peut s'expliquer par leur exces- énuité : leur teinte de polarisation disparaît dans celle tourmaline.

Zircon

zircon se rencontre à l'état sporadique, en petits es très ramassés. Quand il se trouve inclus dans la , il présente les auréoles polychroïques caractéristi-

Fer oxydulé ou Magnétite

fer oxydulé, sporadique comme le zircon, se rencon- ns tous les échantillons. Il affecte en général les for- éométriques connues, ou bien se présente en grains lis.

Chlorite

chlorite est ici l'un des produits de décomposition de lite. On trouve tous les termes de passage entre la entièrement fraîche et la chlorite ne contenant plus de la biotite originelle. Les dispositions des plages xactement les mêmes que dans la biotite. La couleur riable suivant l'avancement du processus de chloriti- . Dans la chlorite parfaite, le polychroïsme est sen- une coupe présente des plages de ce minéral dont ychroïsme oscille du vert d'herbe clair au vert-

de-gris. Mais ce renforcement de coloration est anorma
il est dû à des inclusions microlitiques qu'il a été impo
sible de déterminer. Dans quelques échantillons, la coule
verte est à peine sensible et parfois même le minéral
incolore et absolument limpide (chlorite blanche, chlor
de Mauléon. — Voir aux microgranites).

On peut considérer la biréfringence comme à peu p
nulle dans les chlorites vertes qui ne contiennent plus
biotite; pour les chlorites blanches, par contre, la coul
de polarisation chromatique atteint le jaune orangé (cou
de $0^{mm}025$).

Fig. 13. — Chlorite en grille et grenat. La chlorite cimente les fragments d'un grenat (G) brisé.

Dans l'un de nos types de granites à microcline micro
thitique, la chlorite se présente sous un aspect particul
Elle cimente, pour ainsi dire, les fragments d'un gr
brisé et la figure produite par sa disposition est com
rable à une sorte de grille. Une telle grille peut se

cevoir comme formée par un certain nombre de bandes irrégulières plus ou moins larges, orientées suivant une direction commune et reliées entre elles par des prolongements latéraux de largeurs également variables. L'ensemble a quelque ressemblance avec un agrégat de cellules organiques arrondies dont la matière chloritique formerait les parois épaisses. (Fig. 13.)

Notons que dans toute la série de nos roches, la chloritisation et la muscovitisation peuvent non seulement se produire ensemble dans une coupe, mais encore s'attaquer toutes deux au même individu et donner sur la même plage, d'une part de la chlorite, d'autre part de la muscovite, séparées par un simple plan de clivage ou assemblées en dents de scie. (Fig. 14.)

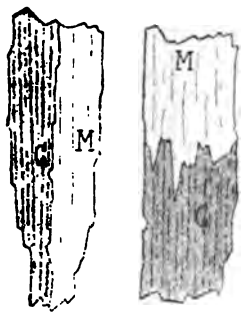


Fig. 14. — Chloritisation (G) muscovitisation (M) simultanées de la biotite.

Il arrive encore que l'on trouve dans une même coupe des plages de biotite absolument fraîches à côté d'individus de chlorites parachevée.

Le fer titané et le sphène naissent dans tous les cas de chloritisation de la biotite.

Sous forme de chlorite d'infiltration, ce minéral occupe volontiers les cassures qui sillonnent les feldspaths.

Muscovite

La muscovite provient soit de la décomposition des feldspaths, soit de la décomposition de la biotite.

Quand elle est d'origine felspathique, la muscovite se trouve tantôt en petites plages très limpides avec les traces de clivages caractéristiques, tantôt en grandes sections arrondies, fréquemment reliées les unes aux autres par des anastomoses de largeur variable, tantôt enfin en forts filaments qui courent à travers le minéral générateur. Les

sections arrondies sont constituées par l'agrégat d'une grande quantité de microlites orientés dans toutes les directions et les anastomoses qui les relient, à travers le feldspath, courent parfois parallèlement aux contours de celui-ci. Ceci se produit dans les plagioclases légèrement zonés dont nous avons parlé. Entraînée par les eaux d'infiltration, la muscovite s'est souvent déposée dans les interstices des minéraux ; elle forme parfois alors des bande

Fig. 15. — Filonnets de muscovite à travers le quartz (Q), la microperthite et l'oligoclase-albite. Les lamelles de muscovite sont, en général, à peu près normales à la direction des filonnets.

assez larges, pouvant rayonner d'un point commun composées de microlites accusant une orientation grossièrement normale aux bords des bandes. (Fig. 15.)

La muscovite d'origine biotitique est notablement moins abondante. Ses caractères, par contre, sont plus nets : plages sont homogènes, la teinte de polarisation chromatique est uniforme dans chaque plage et limpide. C

scovite contient en inclusions du sphène en abondance
le nombreuses granulations d'ilménite.

Calcite

a calcite ne se rencontre que dans un nombre très res-
nt d'échantillons, mais quand on la trouve dans une
pe elle y est, en général, abondante et en plages lim-
es. Elle provient exclusivement de la décomposition des
gioclases et il arrive, quand ces feldspaths ont un cer-
idiomorphisme (ce qui arrive çà et là), que la calcite
décomposition en conserve les contours. La circulation
eaux entraîne cette calcite et la dépose en filonnets
me elle le fait de la muscovite.

Sphène

e sphène est un produit de la décomposition de la bio-
C'est la muscovitisation qui le libère. Il se rencontre
la muscovite sous forme de petites inclusions allon-
parallèlement aux clivages et accompagnées de grains
r titané également secondaires. Il est souvent mêlé à
lorite. Le sphène n'est que sporadique et n'a jamais
rmes cristallographiques.

Grenat

grenat est abondant dans un type très feldspathique
u micacé. Les cristaux ont une dimension assez uni-
e, d'environ 1 mm. à 1 $^1/_2$ mm. Ils sont répandus à
sion et présentent l'aspect de verrues à relief consi-
le, aux contours tantôt arrondis, tantôt carrés ou
ment octogones. Tous sont sillonnés de stries irrégu-
et la plupart ont, en outre, été brisés en plusieurs
ents. La couleur est vaguement rosée. Le grenat est
nt inclus dans le feldspath ou en contact avec lui.
bserve toujours alors la présence d'un ciment de mus-
qui réunit les fragments entre eux et au feldspath.

Les différents morceaux d'un même grenat ont quelquefois dérivé assez loin les uns des autres. Ils ont même chaviré et les contours originels du cristal ne sont plus du tout déterminables.

Cordiérite

La cordiérite est rare. Elle est en partie décomposée et transformée en *pinite*. Elle présente ici la polarisation d'agrégat.

Rutile et Ilménite

Le rutile se présente inclus dans le quartz sous forme de très petits prismes. On le trouve aussi, à côté du sphène, comme produit de décomposition de la biotite. Il est sporadique, de même que les grains de fer titané (ilménite) qui l'accompagnent généralement et dont l'origine est la même.

CHAPITRE II

Roches de magma granitique. — Aplites granitiques et microgranites.

I

APLITES GRANITIQUES

Caractères extérieurs et microscopiques.

Extérieurement, ces roches présentent un aspect de grande homogénéité. Leur couleur est un blanc légèrement bleuâtre, piqué çà et là d'une tache verte très claire, de chlorite accidentelle.

Nos échantillons sont de deux sortes. Les uns, aux taches vertes un peu plus nombreuses que ne le comporte la définition moyenne, accusent un laminage assez intense, un grain très fin et présentent superficiellement une séparation en membranes de friction, de couleur vert clair, à

éclat gras. Les autres, de couleur très claire, sont beaucoup moins laminées et ont un grain moyen.

Au microscope, les premiers se dévoilent comme un assemblage serré d'éléments allotriomorphes, petits, à peu près isométriques. Tous tendent à une orientation de laminage commune, soulignée par des brins de biotite ou de chlorite. Les secondes, par contre, ont une texture nettement granitoïde.

Etude des éléments constitutifs.

Le type le plus laminé de nos aplites est caractérisé par l'assemblage *microperthite-quartz*.

Les *éléments accessoires* sont l'*oligoclase-albite*, la *biotite* et l'*apatite*.

Comme *éléments secondaires*, nous avons la *muscovite* et la *chlorite*.

La microperthite et le quartz se trouvent en quantités à peu près égales. L'oligoclase-albite est rare, de même que la biotite. Celle-ci est tantôt en petits rectangles effrangés, tantôt en petits paquets. Elle est en partie chloritisée, en partie muscovitisée ; le premier de ces deux processus est plus fréquent que le second.

L'apatite est sporadique ; elle est surtout incluse dans les feldspaths.

Un peu de muscovite provenant des feldspaths se dépose souvent en liserés très fins le long des contours de ces derniers.

Le type peu laminé est défini par la combinaison minéralogique *orthose-quartz*. L'*oligoclase* et le *zircon* sont accessoires. La *chlorite* est secondaire, ainsi que la *muscovite* et le *kaolin*.

L'orthose se trouve en grandes plages un peu microperthitisées par endroits et dont les contours sont fréquemment soulignés d'un fin liseré de muscovite.

Le quartz est en sections étendues avec des extinctions fortement roulantes ou en agrégats grenus (quartz divisé). Dans ce dernier cas, le grain est loin d'avoir le degré de finesse qu'il atteint dans les granites laminés.

L'oligoclase-albite appartient au type décrit dans le chapitre I. Elle est peu abondante et, comme d'ailleurs le microperthite, très kaolinisée.

Le zircon est en grains minuscules et très rares.

Quant à la chlorite secondaire, elle est si clairsemée que, dans de nombreuses coupes, on n'en voit pas trace.

II

MICROGRANITES

MICROGRANITES DE SAINT-BARTHÉLEMY-LUISIN[1]

Caractères extérieurs.

Les microgranites du vallon de Saint-Barthélemy et du Luisin peuvent se subdiviser tout d'abord, au point de vue de leur aspect extérieur, en quatre groupes nettement déterminés par les couleurs respectives de leurs cristaux du premier temps et de leurs pâtes. Ces quatre groupes sont :

1° Les microgranites à pâte rouge et à feldspaths blancs;

2° Les microgranites à pâte blanche et à feldspaths rouges ;

3° Les microgranites à pâte blanche ou grise et à feldspaths blancs ;

4° Les microgranites à pâte rouge et à feldspaths rouges.

[1] L'étude [illegible] de Saint-Barthélemy et du Luisin a été faite sous la direction de M. [illegible], assistant au laboratoire de minéralogie [illegible] de Lausanne, actuellement assistant au [illegible]. Je me fais un plaisir de lui présenter ici [illegible]

La pâte des microgranites du premier groupe est d'une couleur lie de vin plus ou moins foncée, ou parfois d'une couleur rouge brique. D'abondance variable, elle domine de beaucoup dans la plupart des types sur les cristaux du premier temps, mais il peut arriver aussi que ceux-ci occupent, dans leur ensemble, un espace notablement plus étendu que la pâte qui les moule. Les feldspaths, parfaitement idiomorphes, sont tantôt blancs — un peu grisâtres — tantôt légèrement colorés de rouge par le pigment ferreux qui provoque la teinte de la pâte elle-même. Leur taille est variable, elle oscille entre quelques millimètres et 1 cm. à 1 $^1/_2$ cm. Les quartz, en grains arrondis, saillent habituellement hors de la surface; ils présentent souvent, quand ils sont bien limpides, une couleur rosée, qui est celle de la pâte vue par transparence. Çà et là, brillent de minces paillettes de biotite; des amas de chlorite sont uniformément répandus dans la masse d'un certain nombre de types.

Dans le groupe des microgranites à pâte blanche et à feldspaths rouges, le blanc de la pâte est parfois légèrement teinté de vert ou de bleu. Les feldspaths, quoiqu'en général moins volumineux que ceux du groupe précédent, ont fréquemment 1 cm. de longueur. Ils sont aplatis suivant g^1 (010) et montrent habituellement le clivage p (001). Le ton de leur couleur est variable. Il y en a qui sont d'un rouge brique très cru. Le quartz présente le même aspect que précédemment. On reconnaît de nombreuses paillettes de muscovite et des taches de chlorite. Dans certains cas, les cristaux du premier temps sont si petits qu'il est difficile, à l'œil nu, de les distinguer de la pâte.

La pâte des microgranites du troisième groupe est grise, plus ou moins foncée. Les cristaux du premier temps (feldspaths, quartz, muscovite) sont, dans ce groupe, fort petits également.

Le quatrième groupe est, au contraire, remarquable par

la taille de ses feldspaths de première consolidation (ils atteignent jusqu'à 3 $\frac{1}{2}$ cm.) et par la perfection de leur idiomorphisme. Le quartz y est relativement peu abondant, mais on y trouve de nombreux amas de chlorite.

Caractères microscopiques.

Les microgranites du vallon de Saint-Barthélemy et du Luisin sont des exemples remarquables de texture porphyrique. Toutes les pâtes de ces roches sont nettement microgranitiques avec des variations plus ou moins accentuées dans l'arrangement des éléments qui les constituent. Le grain de la pâte qui, dans certains types est sensible déjà aux moindres grossissements, n'apparaît, dans d'autres, qu'aux grossissements les plus forts. La pâte est cependant toujours réductible, c'est-dire qu'elle ne prend jamais le caractère felsitique. Non seulement le grain est variable d'un filon à un autre mais il peut encore être fort différencié dans un seul et même filon et l'on remarque alors que la taille du grain diminue, dans une section transversale du filon, du milieu vers les épontes. Ajoutons que dans quelques cas on observe une tendance assez accusée à la texture granophyrique (micropegmatitique).

Quand le grain de la pâte est gros, il est en même temps assez peu uniforme. Toujours on y reconnaît des feldspaths plus ou moins idiomorphes et de la muscovite cimentés par du quartz allotriomorphe. La taille de ces divers éléments permet de les reconnaître facilement. Ces pâtes à gros grain sont très transparentes en coupes minces.

Souvent le quartz de la pâte, au lieu de se présenter en grains allotriomorphes, prend une disposition particulière. Il se disséminе en plages multilobées et les différents lobes (parfois détachés de l'individu auquel ils correspondent) s'éteignent simultanément. Le cas se présente surtout dans les abords des grands cristaux de quartz résorbés et ceux-

ci peuvent alors acquérir des formes tellement déchiquetées qu'il n'est pas toujours facile de reconnaître où se termine le cristal et où commence la pâte. Nous ne pouvons dire ici, au sens strict du mot, que nous avons affaire à une texture granophyrique, mais plutôt à un enchevêtrement de cristaux très ramifiés de quartz, de microlites, de feldspaths et de fines lamelles de micas, le tout formant un ensemble que l'on peut qualifier de feutrage à texture granophyrique.

Les pâtes à grain moyen présentent les mêmes particularités de texture que celles à gros grain.

Les pâtes à grain fin caractérisent essentiellement, comme nous l'avons vu, les bords des filons. Elles ne montrent que fort rarement des traces de tendance granophyrique, et ces traces sont presque insensibles. Cependant, sur les bords du filon du Luisin, le quartz se dispose en plages rondes très particulières. Elles sont finement multilobées, semblables à des éponges, et reliées les unes aux autres par des anastomoses qui accusent vaguement une orientation commune coïncidant avec l'allongement général des grands cristaux de la roche. Mais cette disposition du quartz, pas plus que celle dont nous avons parlé plus haut, ne peut être appelée granophyrique.

Quelques-unes de ces pâtes fines ont un grain si ténu qu'il est impossible d'en déterminer les éléments, quoique les forts grossissements permettent, sans exception, de les isoler. Les microlites de muscovite, seuls, sont reconnaissables dans tous les cas.

Eléments des pâtes. Les éléments des pâtes de ces microgranites sont les feldspaths alcalins (orthose, microperthite, oligoclase-albite), le quartz et la muscovite, éléments qui forment aussi la portion essentielle des cristaux du premier temps. Le feldspath et le quartz se présentent en quantités variables ; tantôt le feldspath domine sur le quartz, tantôt le quartz sur le feldspath.

Les feldspaths, ordinairement bien idiomorphes, sont souvent en microlites aplatis suivant g^1 (010). Parfois, aussi, ils sont en grains informes : c'est le cas dans le type de roche cité où le quartz est disposé en éponges anastomosées. L'orthose et la microperthite paraissent être plus fréquents que l'oligoclase-albite. Les trois feldspaths sont d'ailleurs tantôt réunis dans un même type, tantôt assemblés par deux à l'exclusion du troisième.

Nous avons déjà signalé, en parlant de l'aspect général des pâtes, les deux formes sous lesquelles se présente le quartz : grains allotriomorphes formant ciment entre les feldspaths et la muscovite et plages de tendance granophyrique. Ajoutons que ce minéral se rencontre aussi à l'état recristallisé dans les fissures irrégulières qui courent à travers les roches. Il convient aussi de noter que les extinctions des grains sont assez souvent roulantes, alors même que les grands cristaux ne présentent pas ce phénomène.

La muscovite est répandue en abondance dans tous les types. Elle se montre habituellement en plages très petites, rectangulaires, et, quand les pâtes sont fines, orientées les unes par rapport aux autres suivant deux directions à peu près perpendiculaires. Dans les pâtes à gros grain, elle se dispose plus volontiers en bouquets, en palmes, en éventails ornés des plus vives teintes de polarisation chromatique. Ces figures s'éteignent ordinairement par secteurs assez ouverts, mais il arrive aussi qu'elles sont formées de microlites rayonnant régulièrement autour d'un centre, et elles ont alors l'aspect de véritables fragments de sphérolites à croix noire. On rencontre encore la muscovite en agrégats serrés, en amas, en « nids » de microlites. Parfois aussi, on voit les microlites échoués le long de certaines auréoles qui entourent le quartz (nous parlerons de ces auréoles bientôt) et formant ainsi autour de ces derniers comme une deuxième couronne. (Fig. 16.)

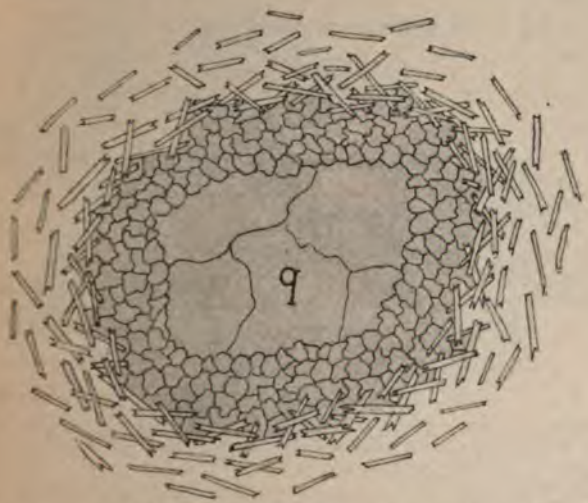


Fig. 16. — Quartz (q) avec auréole de grains de quartz d'extinction conforme et couronne de microlithes de muscovite.

La muscovite se trouve encore en grains informes, fort petits et sans orientation commune. Ces grains ont des teintes de polarisation qui ne dépassent pas le jaune du premier ordre.

Nous pouvons certainement assigner deux origines à la muscovite de la pâte de ces roches : elle provient soit de la décomposition des feldspaths, soit de celle d'une biotite antérieure. Dans le premier cas, elle forme les « nids » dont nous avons parlé ; dans le second, les plages à contours parfaitement cristallographiques, rectangulaires, les palmes et les éventails.

Cristaux du premier temps.

Les cristaux du premier temps sont formés des éléments suivants :

Eléments essentiels :

Feldspaths alcalins.
Quartz.

Eléments accessoires :

Biotite.
Apatite.

Eléments secondaires :

Muscovite.
Chlorite.
Sphène.
Fer titané.
Calcite.

Feldspaths alcalins

Les feldspaths alcalins sont l'orthose, la microperthite et l'oligoclase-albite.

Orthose.

L'orthose absolument pur est rare. Presque toujours il a des traces d'albitisation, mais si faibles que nous ne pouvons appeler ce minéral de la microperthite. L'orthose se trouve en belles plages, le plus souvent parfaitement idiomorphes et montrant presque constamment la macle de Carlsbad. On reconnaît aisément les faces [illegible], g^1 (010), a^1 (100) et une face d'hémidiénoquramide indéterminable. Presque toujours, les plages sont coupées de cassures nombreuses disposées parfois en systèmes grossièrement parallèles à cette [illegible] hémidiénoquramide. Fig. 17.

[illegible] ces cassures tiennent du minéral lui-même, [illegible] appartiennent à la roche et [illegible] cristaux.

[illegible] plages d'orthose maclé suivant [illegible] par une de ces cassures [illegible] recristallisé.

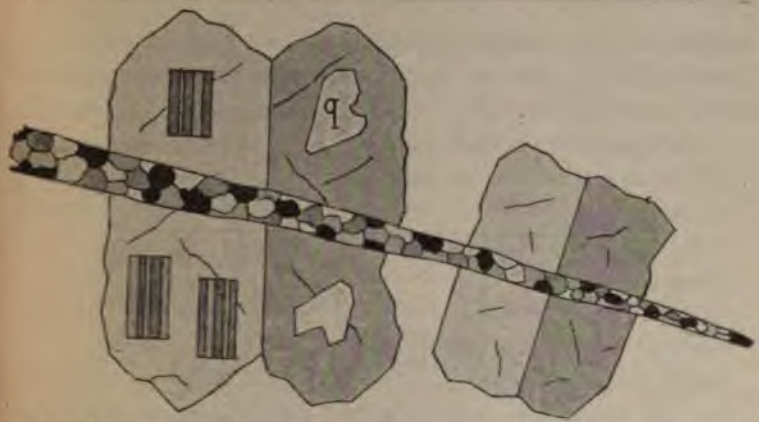


Fig. 18. — Orthoses traversés par du quartz recristallisé. Quartz primaire (q) inclus dans l'orthose.

L'orthose s'accole fréquemment à l'oligoclase-albite. (Fig. 19.)

Il contient de nombreuses inclusions de plagioclases, de quartz primaire et d'éléments ferreux. Notons au sujet des inclusions de quartz un phénomène qui est peut-être l'inverse de celui de la « résorbtion magmatique » (Rosenbusch): un grand cristal d'orthose s'est nourri aux dépens de l'orthose microlitique de la pâte; il a eu même temps en-

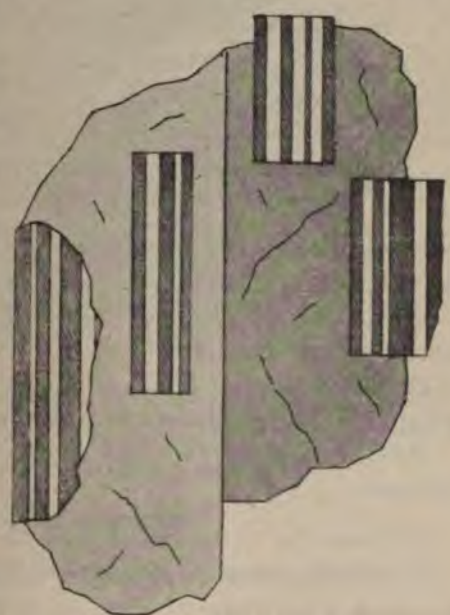
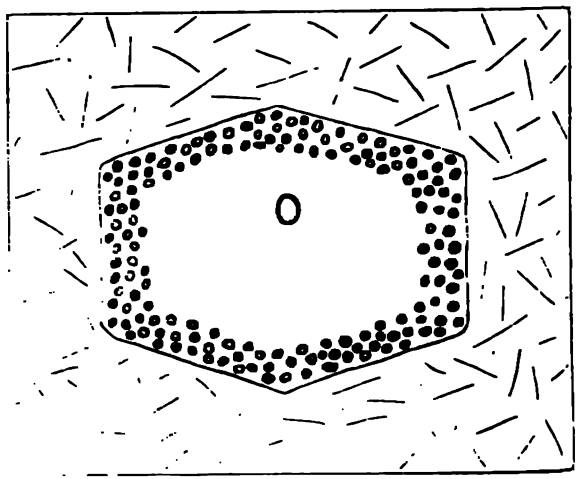


Fig. 19. — Concrescence d'orthose et d'oligoclase-albite.

globé les petits grains de quartz, en sorte que ses contours sont soulignés par une large bordure de minuscules inclusions quartzeuses. (Fig. 20.) Cela ne constitue cependant pas un ensemble pegmatitique, car les extinctions des quartz englobés ne sont pas simultanées.



[illegible] grains de quartz

[illegible] plagioclases coupent souvent le plan de [illegible]

[illegible] l'orthose a été légèrement [illegible]

[illegible] sation ont simultanément [illegible] général fort peu limpides [illegible] des filons l'orthe[illegible]

Microperthite

[illegible] plages à contours [illegible] la trace d'une [illegible] nombre de type[illegible]

toujours en minime quantité. Les facules d'albite sont disposées les plus souvent irrégulièrement, mais parfois elles se répartissent suivant des systèmes courbes vaguement concentriques. Il y a de nombreuses inclusions de quartz primaire et de plagioclases idiomorphes. Les plagioclases sont aussi moulés, c'est le cas représenté dans la fig. 21 où nous voyons une oligoclase-albite (contenant elle-même une grande inclusion de quartz) complètement entourée par la microperthite. Remarquons que cette dernière présente des sinus profonds et ramifiés dans lesquels a pénétré du quartz dont les fragments, s'éteignant simultanément, donnent à l'endroit un aspect nettement pegmatitique.

Fig. 21. — A gauche concrescence pegmatique de microperthite et de quartz. Au centre inclusion d'oligoclase-albite dans la microperthite. Dans l'oligoclase-albite, inclusion d'un quartz primaire (q) et d'un éventail de muscovite secondaire accolé à ce quartz.

La muscovitisation a fortement attaqué la microperthite. Elle a accumulé ses paillettes en nids et en a comblé les cassures du feldspath.

Oligoclase-albite.

L'oligoclase-albite est le feldspath le plus abondant de ces roches.

Généralement bien idiomorphe, l'oligoclase-albite présente les formes correspondantes de celles que nous avons vues dans l'orthose. Les lamelles hémitropes (macle répétée de l'albite) en sont habituellement très fines et, parfois, n'occupent pas toute l'étendue d'une plage. Le maclage suivant la loi de l'albite est fréquemment combiné avec celui suivant la loi de la péricline. Il n'est point rare que l'assemblage de Carlsbad vienne encore compliquer ce dessin d'une plage, en se combinant aux deux systèmes précédents. (Fig. 22.)

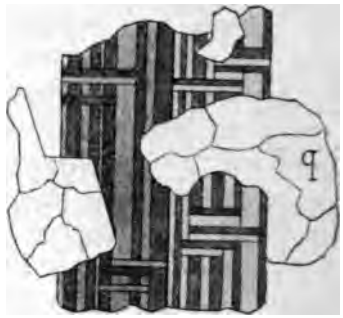


Fig. 22. — Concrescence d'un quartz (q) avec une oligoclase-albite.

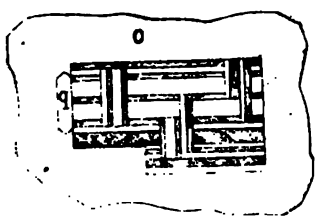


Fig. 23. — Oligoclase-albite et quartz bipyramidé (q) moulés par l'orthose (o).

L'oligoclase-albite s'associe fréquemment avec l'orthose et le quartz. La fig. 23 montre un orthose moulant à la fois une oligoclase-albite et un quartz bipyramidé.

Fig. 24. — Microperthite moulant une oligoclase-albite. Les facules d'albite s'allongent parallèlement aux contours de l'oligoclase-albite; (o) quartz.

D'autre part, nous avons vu que l'oligoclase est souvent en inclusion dans la microperthite ou moulée par elle. (Fig. 24.)

là, la résorption a ar-
s plages ou bien les a
tées. La fig. 25 montre
le fragmentation en deux
ux dont l'un a dévié la-
nt par rapport à l'autre.
les sépare, mais on re-
que leurs lamelles hémi-
ont concordantes.
uscovitisation des plages
ible. Tantôt ces dernière
t totalement détruites
, tantôt à peine attaquées. La kaolinisation est
e. Elle débute toujours par le milieu et parfois en
s centres de décomposition distincts. (Fig. 26.)

Fig. 25. — Fragments charriés d'une oligoclase-albite.

— Kaolinisa-
l'oligoclase-

Dans les microgranites à pâtes fines (bords de filons), l'idiomorphisme des oligoclases-albites est habituellement moins parfait. On y reconnaît cependant les faces dominantes. La combinaison du système de macle de l'albite avec celui de la péricline y est plus caractéristique car, tandis que dans les types précédents, le premier dominait toujours sur le se-
i, les deux ont une importance

Fig. 27. — Calcification de l'oligoclase-albite.

rquons que nous avons de fré-
grégats de plages d'oligoclase-
Notons aussi des inclusions de
rimaire, de muscovite idiomor-
'oligoclase-albite orientée diffé-
t que la plage englobante.
uscovitisation et la kaolinisation

sont moins répandues que dans les types à pâte grossièrement grenue mais, par contre, nous rencontrons quelques cas de calcification assez avancée. Le calcite forme alors de larges taches dans la plage et en souligne aussi les contours. (Fig. 27.)

Quartz

Le quartz se rencontre en grandes plages très limpides, généralement isolées, c'est-à-dire sans contact entre elles ou avec d'autres minéraux et qui présentent fréquemment des formes nettement cristallographiques, bipyramidées et montrent, par conséquent, de nombreuses sections hexagonales. Çà et là, cependant, on trouve cet élément en agrégats de trois ou quatre petits individus arrondis. De nombreuses cassures sillonnent les plages; le plus souvent elles sont disposées irrégulièrement, mais elles peuvent aussi présenter un semblant d'orientation. Quelquefois, elles sont courtes, incurvées uniformément et disposées suivant un parallélisme grossier, formant ainsi un système défini, coupé lui-même, souvent, par une série de quelques cassures plus importantes, ramifiées et remplies de matières opaques, ferrugineuses ou de muscovite d'infiltration.

On rencontre le quartz inclus dans les feldspaths ou en concrescence avec eux. Lui-même contient en inclusions, outre d'innombrables grains opaques qu'il est impossible de déterminer, de nombreuses plages idiomorphes d'orthose, de microperthite, d'oligoclase-albite, de biotite primaire, de muscovite secondaire et de lamelles informes de muscovite d'infiltration.

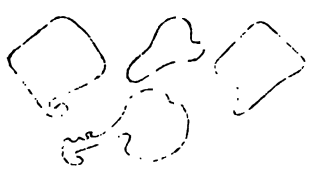


Fig. 28. — Action de la résorption magmatique sur le quartz.

Les extinctions sont tantôt brusques, tantôt légèrement roulantes. L'uniaxie paraît être rigoureuse.

La « résorption magmatique » a arrondi un grand nom-

bre de plages et les a souvent creusées de sinus profonds qui font penser aux quartz des rhyolites. (Fig. 28.)

Quand cette action de résorption n'a pas été trop capricieuse et que les plages ont été simplement arrondies, on constate qu'elles ont presque toujours poussé des prolongements très fins qui semblent former autour d'elles comme une dentelle à franges courtes. De plus, elles sont entourées d'une zone ou d'une *auréole* de grains de quartz nettement séparés les uns des autres et s'éteignant en concordance parfaite avec la plage elle-même. Il semble que ce phénomène soit dû à une dissolution par fragments concentriques de la plage dans le magma. L'auréole d'extinction concordante n'a pas la même importance pour tous les individus, tantôt elle est étroite, tantôt elle est plus large que la plage intacte ; il arrive même que le quartz primitif a entièrement disparu et que l'auréole reste seule en une masse étendue et vaguement dendritiforme. Quelquefois, deux ou trois individus accolés ont chacun son auréole qui s'éteint avec lui, indépendamment de l'extinction des autres individus et de leurs auréoles. Remarquons ici que lorsque ces accolements ont lieu suivant des plans cristallographiques, ceux-ci n'offrent aucune prise à la résorption et que, par conséquent, les individus se protègent mutuellement. (Fig. 29.)

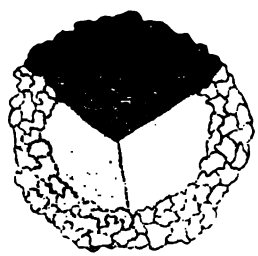


Fig. 29. — Accolement de trois individus de quartz, différemment orientés, ayant chacun son auréole d'extinction conforme.

La résorption a fragmenté de grands individus tantôt complètement, en séparant les parties les unes des autres et en introduisant entre elles des morceaux d'autres individus (fig. 30, III et III ont l'extinction conforme), tantôt incomplètement, en ce sens que les fragments restent réunis par un ou plusieurs filaments, souvent très fins, de quartz. (Fig. 31.)

Fig. 30. — Action de la résorption magmatique sur le quartz. L'individu III a été coupé en deux fragments entre lesquels se sont introduits deux individus I et II.

Les auréoles d'extinction conforme sont fréquemment bordées — comme nous l'avons vu en traitant les pâtes de nos microgranites — de microlites échoués de muscovite appartenant à la pâte. Il semblerait ici que le grand cristal de quartz, au lieu de se résorber dans la pâte, se soit, au contraire, nourri aux dépens du quartz de celleci, en repoussant progressivement la muscovite. (Fig. 16.) Quand les auréoles de plusieurs quartz voisins se touchent, la bordure de muscovite est générale, mais toujours moins nette que pour les quartz isolés.

Fig. 31. — La résorption magmatique n'a pas encore complètement coupé un individu de quartz.

Le quartz est souvent inclus dans des feldspaths.

Le quartz du premier temps des microgranites à pâtes fines (bords des filons) a généralement des dimensions restreintes. Les plus grandes ne dépassent pas 2 $^1/_2$ mm. Les formes y sont moins nettement cristallographiques et les auréoles d'extinction conforme moins accusées. Les plages sont passablement fragmentées par résorption et les extinctions un peu roulantes. On remarque dans ces quartz des inclusions idiomorphes assez larges de muscovite, ainsi que des inclusions d'apatites et de feldspaths.

Biotite

La biotite pure, comme l'orthose pur, est rare. On la trouve telle seulement quand elle est incluse dans un quartz protecteur. Sa forme est alors parfaitement cristallographique et elle accuse un beau polychroïsme.

Très généralement, elle est décomposée soit en chlorite (avec séparation de sphène et de fer titané), qui conserve souvent l'idiomorphisme primitif, soit en muscovite. Le premier mode domine dans les types à pâte grossièrement grenue, le second est la règle dans les types à pâte fine (bords de filons). Le passage d'un mode à l'autre est, d'ailleurs, insensible.

Apatite

L'apatite est toujours sporadique. Les cristaux en sont habituellement bien développés, mais à angles parfois arrondis. Ceci n'arrive cependant que lorsque le minéral baigne complètement dans la pâte. Quand il est inclus dans la biotite, ce qui est fréquent, ses formes restent parfaitement cristallographiques — hexagonales, rectangulaires.

Muscovite

Les grands cristaux de muscovite sont peu nombreux. Ils se forment toujours aux dépens d'une biotite antérieure dont ils conservent habituellement l'idiomorphisme. Ils ont de brillantes teintes de polarisation chromatique et de beaux clivages.

Dans les microgranites dont la pâte a un gros grain, la muscovite peut exister concurremment avec la biotite ; dans ceux à pâte fine, elle se trouve seule et possède tous les caractères d'une remarquable pureté. Sa forme est alors celle de bâtonnets parfois dirigés suivant une orientation commune qui dénonce un certain laminage. Souvent, quand une orientation commune n'est pas nettement reconnaissable, on peut cependant conclure à une uniformité de disposition caractéristique. Il convient, pour cela, de remarquer que les bâtonnets sont tous très étroits ; d'autre part, en considérant les échantillons correspondants des coupes que l'on étudie, on constate que le mi-

néral est en tables aussi larges que longues, parfois exactement hexagonales. La coupe a donc été faite normalement à toutes ces plages à la fois; conséquemment, celles-ci sont orientées non pas dans une direction unique, ni dans des plans parallèles, mais suivant des surfaces cylindriques ondoyantes. Plusieurs de ces sections se présentent dailleurs, sous le microscope, tordues en S d'une façon caractéristique, ce qui provoque une extinction roulante marchant dans le sens de la longueur du bâtonnet, d'une extrémité à l'autre. (Fig. 32.)

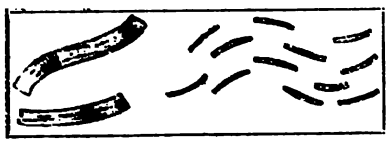


Fig. 32. — Disposition fluidale prise par les microlithes de muscovite.

Chlorite

La chlorite, produit de décomposition de la biotite, est verte ou blanche.

La *chlorite verte* présente son caractère ordinaire de très basse biréfringence, sans cependant la pousser jusqu'à l'isotropie. Ses formes sont celles de la biotite qui lui a donné naissance; son polychroïsme est notable et s'accentue en [illegible] autour des inclusions de sphène et de fer titané [illegible] presque toutes les plages sont chargées. Comme nous [illegible] la transformation de la biotite en chlorite est [illegible].

[illegible] de Mauléon se trouve dans [illegible] un relief forte- [illegible]. On la trouve, dans [illegible] ramassés, en traînées [illegible] elle ressemble, en [illegible]. On la rencontre [illegible] titané.

Sphène

Le sphène est un produit accessoire de la décomposition de la biotite. On le rencontre en grains informes dont la pureté et la haute biréfringence sont voilées presque complètement par de nombreuses inclusions ferreuses opaques.

Fer titané

Le fer titané est un autre produit accessoire de la chloritisation de la biotite. Il a souvent des formes nettement géométriques, surtout quand il n'est pas inclus dans le sphène.

Calcite

On rencontre çà et là, dans les oligoclases-albites, un peu de calcite en décomposition. Elle est répandue dans les plages en un fin saupoudrage. Parfois on la trouve en paquets agrégés, jamais en plages nettes montrant les clivages.

MICROGRANITES DIVERS

Caractères extérieurs.

Ces microgranites disséminés sur les flancs des montagnes, des deux côtés du Rhône entre Martigny et Saint-Maurice (abstraction faite du Vallon de Saint-Barthélemy et du Luisin), ne peuvent se subdiviser, au point de vue de l'aspect extérieur, en groupes aussi caractéristiques que les microgranites que nous venons d'étudier.

On peut cependant y distinguer les types suivants :

1. Un type à pâte grise et à feldspaths gris. Ces derniers, assez peu nombreux, atteignent une dimension de 4 à 5 millimètres et montrent fréquemment le clivage *p*

(001). Les quartz, en yeux, semblent être plus abondants. Ils ont les mêmes dimensions que les feldspaths. Des taches de chlorite sont uniformément dispersées sur les surfaces de cassure.

2. Un type à pâte rouge et à feldspaths blancs, comparable au premier type des microgranites de Saint-Barthélemy. Les feldspaths paraissent être bien idiomorphes et montrent souvent l'assemblage de Carlsbad. Les quartz sont assez transparents pour que l'on puisse voir au travers la couleur rouge de la pâte.

3. Un type à pâte gris-verdâtre et à feldspaths rouges. La pâte est très peu abondante et se distingue difficilement. Au premier coup d'œil, l'ensemble de la roche paraît être rouge.

4. Un type à pâte verte et à feldspaths roses ou rouges. Le quartz y est relativement peu abondant ; la chlorite y forme de larges taches vert-foncé. On reconnaît parfois, dans ce type, des traces de laminage mises en évidence par l'orientation d'abondantes lamelles de micas noirs.

Caractères microscopiques.

Au microscope, on reconnaît une texture porphyrique aussi parfaite que celle des microgranites de Saint-Barthélemy. De plus, selon l'aspect de la pâte, elle est microgranitique ou granophyrique micropegmatitique, à l'exclusion d'autres modes.

Les [illegible] ont un grain variable. Elles sont, en général, peu abondantes, relativement à la quantité des cristaux de première consolidation. Le quartz et [illegible] abondant. La muscovite se rencontre soit en [illegible] soit en [illegible] d'orientation quelconque [illegible] une tendance bien [illegible] des grains anguleux de

quartz sont pris, en abondance, dans de grandes plages de microperthite et s'éteignent en non-concordance. (Fig. 33.)

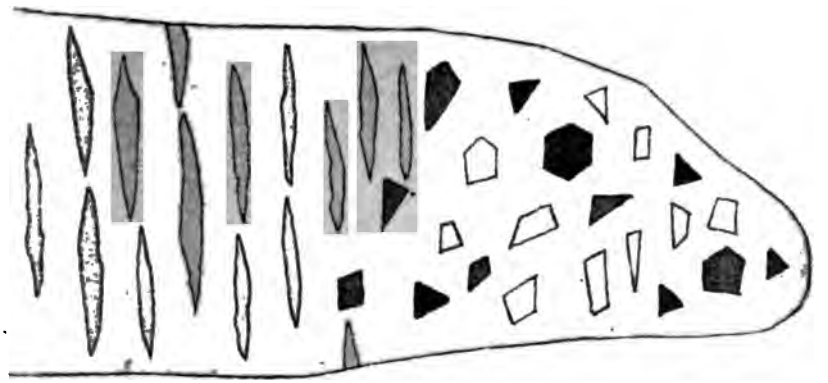


Fig. 33. — Quartz en inclusions poecilitiques dans la microperthite.

Dans les *pâtes granophyriques*, c'est-à-dire micropegmatitiques, le quartz et l'orthose ne sont cependant pas en concrescence caractéristique comme dans le granit hébraïque. Le quartz est en plages très ramifiées, se réunissant les unes aux autres par des anastomoses et s'éteignant plusieurs simultanément. L'orthose, en plages d'extinctions conformes, se dispose entre ces ramifications et anastomoses du quartz. L'ensemble d'une région granophyrique a un aspect buissonneux. Parfois, les buissons sont bien arrondis et semblent être formés de fibres rayonnantes comme dans les sphérolites à croix noire, mais un examen attentif montre que ces pseudo-sphérolites sont simplement formés de secteurs qui rayonnent grossièrement. Les uns sont de l'orthose, les autres du quartz. Le plus souvent, une plage plus ou moins étendue de quartz hyalin occupe le centre de ces figures.

D'ailleurs, la plupart des quartz et des feldspaths sont entourés de cette formation comme d'une dentelle.

La microperthite peut se substituer à l'orthose dans ce mode de texture.

Notons que des bandes purement microgranitiques coupent parfois les pâtes granophyriques.

La muscovite se rencontre, dans ces dernières, en microlites orientés dans toutes les directions, ou bien en palmes et en nids.

Cristaux du premier temps.

Les cristaux du premier temps sont formés des éléments suivants :

Eléments essentiels :

Feldspaths alcalins.
Quartz.

Eléments accessoires :

Biotite.
Apatite.
Zircon.

Eléments secondaires :

Muscovite.
Chlorite.
Sphène.
Fer titané.

Feldspaths alcalins

Les feldspaths [illegible] sont l'orthose, la microperthite, [illegible]

Orthose.

[illegible] est très légèrement alté[illegible] les plages isolées ou agré[illegible] présente jamais de contours [illegible] qu'on en puisse [illegible]. Le maele de Carlsbad [illegible] de fentes longues et pr[illegible] de muscovite

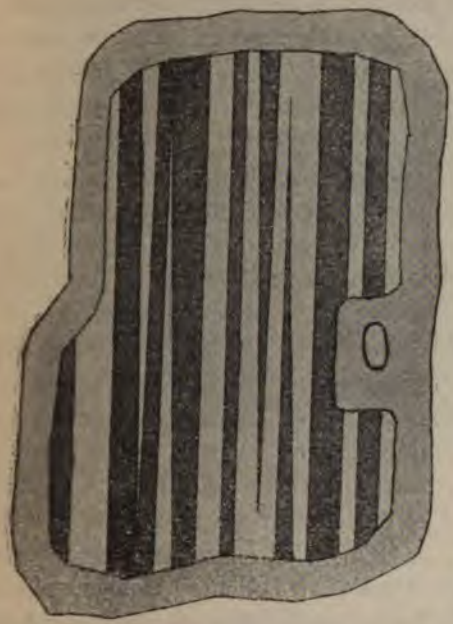


Fig. 34. — Liseré d'orthose (O) bordant une oligoclase-albite.

secondaire. Nous trouvons des inclusions de quartz primaire, de plagioclases idiomorphes, de biotite en voie de chloritisation, de fer titané, de muscovite secondaire provenant de la propre décomposition de l'orthose. La muscovitisation et la kaolinisation sont presque générales.

Un certain nombre de types ne contiennent de l'orthose que sous forme de liseré autour des plagioclases.(F. 34.)

Microperthite.

La microperthite se trouve en plages abondantes, généralement grandes, nettement cristallographiques. Les formes les plus représentées sont : p (001), m (110), l (110), g^1 (010). La macle de Carlsbad est fréquente.

Les facules d'albite, toujours nombreuses, s'ordonnent de diverses façons. Elles sont tantôt en plages informes, tantôt en courtes veinules irrégulièrement orientées, tantôt en figures fusiformes dirigées bien uniformément. Les facules sont déjà maclées suivant la loi de l'albite et, si, dans certaines d'entre elles, le maclage n'est point visible, c'est que celles-là sont trop petites et formées chacune d'un fragment seulement de lamelle hémitrope. Dans une

section on observe ceci : à l'une des extrémités d'une plage les facules sont orientées dans une direction unique mais quelconque (c'est-à-dire ne pouvant se définir par aucune direction cristallographique) ; si l'on examine cette plage en allant de cette extrémité vers celle qui lui est opposée, on voit l'orientation des facules se brouiller, se perdre, puis apparaissent des facules rectangulaires, c'est-à-dire idiomorphes, orientées suivant la trace du plan de la macle de l'albite. Ces facules augmentent de nombre, s'accumulent et finissent par se rejoindre et donner une grande plage d'albite pure en lamelles limitrophes. (F. 35.) Il y a conformité d'extinction entre les lamelles de cette plage différenciée et celles des facules isolées, répandues dans la plage de microperthite.

Fig. 35. — Facules d'albite d'une microperthite passant à une plage d'albite pure. En haut, microperthite, en bas, albite.

Lorsque la microperthite est maclée suivant l'assemblage de Carlsbad, on remarque, dans les coupes que les facules sont allongées normalement à la trace du plan de macle g^1 (010) ; elles sont donc disposées, dans l'espace suivant des plans normaux à g^1 (010). Leurs lamelles hémitropes sont d'ailleurs orientées parallèlement à g^1 (010).

La microperthite forme avec l'oligoclase-albite des concrescences qui sont souvent intéressantes. L'accolement se fait parfois suivant g^1 (010) et il n'est pas rare que plusieurs individus des deux espèces se groupent à côté l'un de l'autre. La figure 36 montre deux microperthites maclées suivant la loi de Carlsbad (avec des facules allongées normalement à la trace de g^1 (010) et flanquées de deux oligoclases-albite, aux extinctions conformes, dont l'un est aussi maclé suivant la loi de Carlsbad. Un troisième plagioclase, avec le maclage de la péricline, est inclus

dans la microperthite ; il chevauche sur le plan de macle g^1 (010) de Carlsbad.

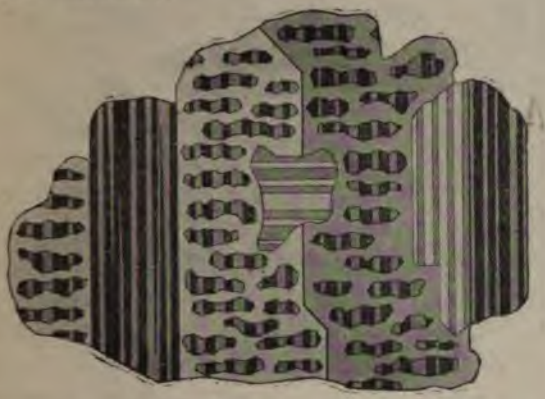


Fig. 36. — Concrescence de microperthites et d'oligoclase-albite, avec maclages complexes (Carlsbad, albite, péricline)

Nous trouvons aussi la microperthite en concrescence pegmatitique avec le quartz. La figure 37 montre un cas de ce genre. Deux individus de quartz, morcelés en fragments parfaitement distincts sont inclus dans une microperthite. Les deux individus n'ont pas une extinction commune, mais les fragments de l'un s'éteignent simultanément et les fragments de l'autre aussi. Ce mode de concrescence est rare dans nos roches.

Les inclusions des microperthites sont fréquentes et variées. Celles de plagioclases disposent presque toujours leurs plans g^1 (010) parallèlement aux plans g^1 (010) de la microperthite englobante. Le quartz inclus a habituellement des formes non cristallographiques, tandis que l'apatite se présente en inclusions hexagonales bien idiomorphes. Signalons encore comme inclusions la chlorite verte, la chlorite blanche, la muscovite, le fer titané, le sphène, la limonite, tous produits principaux ou accessoires d'une biotite dont il ne reste habituellement plus trace.

Fig. 37. — Concrescence pegmatitique de deux individus de quartz I et II avec la microperhtite.

La résorption a peu influé sur cette microperthite, ma la kaolinisation l'a parfois attaquée assez sérieusement.

Oligoclase-albite.

L'oligoclase-albite est en grands cristaux à contou quelconques, isolés ou bien agglomérés en groupes de pl sieurs individus qui se compénètrent intimement. On trou aussi ce minéral en individus parfaitement idiomorphe aplatis suivant g^1 (010), avec les faces dominantes p (00 et g^4 (010).

Les lamelles hémitropes (loi de l'albite) sont plus moins fines suivant les régions d'une même plage. l combinaisons de macles (albite, péricline, Carlsbad) s les mêmes que dans les oligoclases-albites des microg nites de Saint-Barthélemy.

Nous avons vu que l'oligoclase-albite est fréquemm

en concrescence avec la microperthite. La fig. 38 en montre un nouvel exemple. Ce sont deux oligoclases-albites, maclées toutes deux suivant la loi de Carlsbad et accolées suivant le plan g^1 (010), en concrescence irrégulière avec une microperthite.

Fig. 38. — Concrescence d'oligoclase-albite et de microperthite avec macles complexes (Carlsbad, albite). Un liseré d'orthose (O) borde l'oligoclase-albite.

L'orthose moule souvent l'oligoclase-albite ou se dispose autour d'elle en une couverture, laquelle se traduit dans la section par un liseré plus ou moins large. Ce liseré entoure toutes les plages de notre feldspath dans les sections où elles sont peu abondantes. Parfois, elles s'épanchent dans l'intérieur de la plage en semi-inclusions à contours assez géométriques. (Fig. 34.) L'orthose de ce liseré est souvent assez difficile à distinguer de l'oligoclase-albite ; cependant, le phénomène de Becke permet la distinction dans la plupart des cas. En somme, la présence de ce liseré constitue un véritable zonage du feldspath. Faut-il maintenant en considérer l'élément constitutif, l'orthose, comme provenant d'un processus secondaire, métasomatique, ou bien dû à une variation subite dans l'acte de cristallisation de l'oligoclase-albite ?

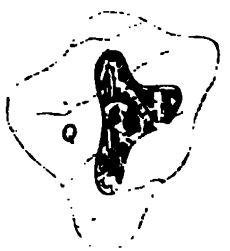
Comme inclusions primaires de l'oligoclase-albite, citons le quartz, l'apatite, la biotite. Le sphène et le fer titané sont des inclusions secondaires.

La muscovitisation a fortement attaqué la plupart des plages. Maintes fois elle a fait disparaître les traces des lamelles hémitropes. La muscovite s'est plus d'une fois disposée suivant les plans de macle de l'albite et de la péricline.

La kaolinisation accompagne souvent la muscovitisation.

Quartz

Le quartz de ces microgranites se présente soit en plages parfaitement cristallographiques, soit en plages arrondies. Dans le premier cas, il est nettement bipyramidé ; les sections sont en hexagones réguliers ou en hexagones allongés. Dans le second cas, nous avons affaire à des plages à contours bizarres, semblables à celles que nous avons vues dans les microgranites de Saint-Barthélemy. Les dimensions sont variables. Certains cristaux ont 3 mm. de diamètre, d'autres sont presque aussi petits que ceux de la pâte. Presque toutes les plages sont sillonnées de cassures nombreuses dans lesquelles on voit des produits amenés par la circulation des eaux : muscovite, chlorite, produits ferreux.



[illegible]

Les extinctions sont subites ; on reconnaît cependant dans quelques sections hexagonales une légère biaxie.

La résorption a fortement attaqué ces quartz et a parfois creusé dans leur masse des sinus profonds dans lesquels a afflué la pâte. Fig. 39.

Les quartz, en s'accolant suivant des [illegible] cristallographiques, [illegible] plans contre la résorption. [illegible] formation, sur [illegible] de grands quartz [illegible] plusieurs extu- [illegible] et dont cha- [illegible] des autres.

Fig. 40. — Action de la résorption magmatique sur plusieurs quartz accolés.

[illegible] les pi-

granites de Saint-Barthélemy, l'effrangement des quartz la résorption et la formation d'une auréole d'extinc- conforme. La même disposition se retrouve ici. Elle est, plus, soulignée, dans les types à pâte granophyrique, l'accolement, en dentelles, des secteurs rayonnants de pâte tout le long de l'auréole.

e quartz en inclusions dans les feldspaths a des con- rs absolument nets.

es inclusions du quartz sont l'orthose, l'oligoclase-al- , la biotite, tous trois en général rigoureusement idio- rphes. On y trouve également la muscovite secondaire.

Biotite

a biotite est en plages idiomorphes ou en plages quel- ques. Elle peut être parfaitement fraîche et douée d'un u polychroïsme et d'une haute biréfringence, ou totale- nt décomposée. L'abondance de ce minéral varie beau- p suivant les types.

La décomposition de la biotite a donné essentiellement la chlorite, rarement de la muscovite. La chlorite secon- ire est verte ou blanche. Quand l'alté- tion produit de la chlorite blanche, on serve que celle-ci est habituellement sposée au centre de la plage attaquée bordée d'une rangée de muscovite par- itement fraîche. Généralement aussi elle accompagnée de sphène et de fer ané. (Fig. 41.)

Fig. 41. — Biotite décomposée en muscovite (M), chlorite blanche (C) et sphène (S).

Le sphène, le fer titané, l'apatite, sont inclusions les plus habituelles de cette otite.

Apatite

La quantité d'apatite varie suivant les échantillons. Tou- rs elle est en baguettes tronçonnées transversalement

Fig. 42. — Apatite (A) et biotite (B).

ou en hexagones plus ou moins allongés. Elle est répandue uniformément dans la pâte et les cristaux du premier temps, mais elle se trouve de préférence en inclusions dans la biotite. Il arrive aussi que les baguettes sont collées à ce minéral suivant leur allongement. (Fig. 42.)

Zircon

On trouve, dans une ou deux sections, quelques grains informes de zircon. Ces grains ont des couleurs de polarisation très vives.

Muscovite

La muscovite provient, comme précédemment, soit de la décomposition des feldspaths, soit de celle de la biotite. Dans le premier cas, elle se dispose volontiers parallèlement aux plans des macles de l'albite et de la péricline. Parfois la muscovitisation des feldspaths est si intense que nous avons affaire à une véritable épigénie de ces derniers par la muscovite. Lorsque la muscovite est le produit de décomposition de la biotite, elle se forme toujours simultanément avec la chlorite et avec les deux éléments qui, dans nos roches, se libèrent toujours avec ce dernier minéral : le fer titané et le sphène.

Chlorite, Sphène, Fer Titané, Rutile

Nous avons vu que la chloritisation accompagne presque toujours la muscovitisation.

La chlorite, suivant les formes des plages de biotite dont elle dérive, a des contours divers. Elle est en rectangles, en plages allongées, en paquets informes. La biréfringence est habituellement nulle, par contre elle possède presque toujours un polychroïsme très sensible qui s'ac-

centre autour des grains de fer titané inclus. Les inclusions de la chlorite sont les mêmes que celles de la biotite.

Le sphène est abondant. En général, quand la chloritisation d'une plage de biotite n'est pas complète, on voit le sphène, sous forme de bâtonnets ramassés, orienté suivant les clivages de mica. Quand, au contraire, la décomposition est totale, le sphène se dépose en paquets assez volumineux, peu limpides et donnant des couleurs de polarisation dans les tons verts, chatoyants, comparables à ceux des élytres de certains coléoptères. Parfois, le sphène est inclus dans le feldspath, toujours à l'état secondaire.

Le fer titané se trouve sous la même forme que dans les granits déjà étudiés ou dans les microgranites de Saint-Barthélemy, c'est-à-dire en grains plus ou moins nombreux mais toujours sporadiques et habituellement disposés le long des contours des micas qui leur ont donné naissance, ou bien le long de leur clivage, en chapelets.

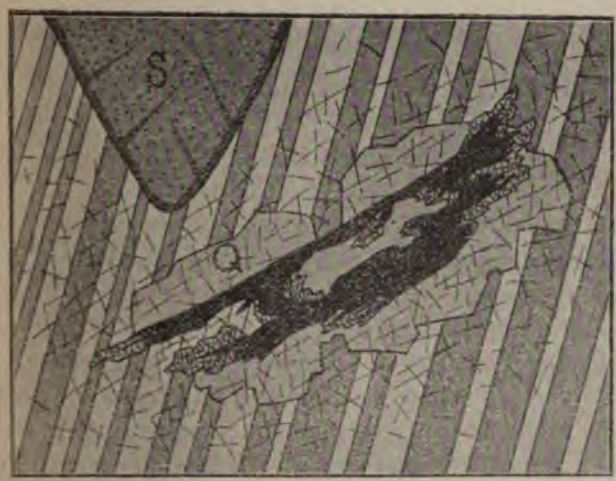


Fig. 53. — Aiguilles de rutile dans plagioclase et quartz (Q). La masse opaque est un agrégat de sphène et d'aiguilles de rutile. S = sphène.

Le rutile se rencontre en aiguilles excessivement fines et très courtes, paraissant noires en lumière blanche comme en nicols croisés. Signalons ici le phénomène suivant : dans un feldspath, une biotite incluse a donné par décomposition une masse noire, opaque, allongée. Cette masse est un mélange de sphène et de rutile, ce dernier minéral étant formé de l'agrégat d'une quantité d'aiguilles. Un grand nombre de celles-ci se détachent dans tous les sens et pénètrent dans la masse environnante. Comme cet amas opaque est pris, en partie, dans une inclusion de quartz que le feldspath contient et que les aiguilles de rutile pénètrent aussi dans le quartz, nous avons affaire ici, à la variété de quartz « cheveux de Vénus ». (Fig. 43.)

Les mêmes inclusions se trouvent aussi dans les feldspaths sans être rattachés à une masse agrégée opaque; elles sont isolées, limpides, et permettent de reconnaître la haute biréfringence de la matière qui les compose.

CHAPITRE III

Roches de magma syénitique.

Caractères extérieurs

Nous avons déjà dit, dans les généralités, que ces roches sont des *microsyénites à microcline microperthitique et à oligoclase-albite*.

Extérieurement, elles se présentent sous une belle couleur blanche mouchetée d'abondantes ponctuations de chlorite verte. La pâte est fine. Les feldspaths du premier temps, relativement peu abondants, sont petits et, au premier abord, se distinguent assez difficilement de la pâte. Ils sont bien idiomorphes et montrent fréquemment le clivage p (001).

Caractères microscopiques.

La pâte de ces microsyénites est microgrenue. Elle est constituée d'un agrégat allotriomorphe de grains d'orthose tachetés de kaolinisation et dont beaucoup montrent la trace de la macle de Carlsbad. Cette pâte est très fine et bien homogène comme grain.

Cristaux du premier temps.

Les éléments du premier temps de la roche sont les suivants :

Eléments essentiels :

Feldspaths alcalins.

Eléments accessoires :

Quartz.
Apatite.

Eléments secondaires :

Chlorite.
Sphène.
Fer titané.

Nous dirons rapidement quelques mots de chacune de ces espèces.

Feldspaths alcalins

Les feldspaths sont le microcline microperthitique et l'oligoclase-albite.

Le microcline microperthitique est en grands cristaux tantôt isolés, tantôt réunis en agrégats panidiomorphes de trois ou quatre individus. Quelques plages en sont arrondies et la plupart sillonnées de fractures. Parfois elle

est associée à l'oligoclase-albite par accolement suivant une surface quelconque. La microcline microperthitique contient, comme inclusions, du quartz en plages arrondies, de l'oligoclase-albite et de la chlorite souvent disposée en fibres rayonnantes.

L'oligoclase-albite de cette roche est la même que celle des granites et des microgranites que nous avons étudiés. Cet élément, comme le précédent, se présente en individus isolés ou en agrégats peu fournis. Les formes en sont habituellement géométriques mais à coins arrondis. Çà et là, on rencontre la combinaison du maclage de l'albite avec celui de la périeline et quelques plages rares dénotent la trace d'un vague zonage.

Quartz, Apatite

Le quartz est sporadique. On en trouve quelques grains arrondis, très petits, soit dans la pâte, soit inclus dans les feldspaths.

L'apatite, très rare, est en inclusions géométriques dans la chlorite.

Chlorite, Sphène, Fer titané

La chlorite, produit de décomposition d'une biotite disparue, se présente en plages allongées et en plages arrondies. Le polychroïsme vert clair à jaune clair en est très sensible; les extinctions sont moirées et la teinte de polarisation chromatique est le gris lavande. Les plages allongées accusent la forme du mica préexistant; les plages arrondies apparaissent, en lumière blanche, comme des agrégats de fibres rayonnantes dans toutes les directions et dont les polarisations ne sont pas simultanés. En lumière polarisée, ces agrégats semblent être, au premier abord, des [illegible] qu'on aurait teintées de [illegible] l'extinction roulante, [illegible]

bien que l'ensemble des fragments formant un agrégat, simule parfois grossièrement l'apparence d'un sphérolite à croix noire.

Toutes les plages de cette chlorite sont piquées de grains de fer titané et contiennent, inclus, un peu de sphène.

CHAPITRE IV

Roches de magma dioritique.

Caractères extérieurs.

Extérieurement, les diorites qui constituent ce groupe (diorites à andésine basique, mica et quartz) n'ont rien de caractéristique et il est impossible, à l'œil nu, de les distinguer d'un granit à grain moyen. On peut cependant déjà reconnaître qu'elles sont notablement quartzeuses.

Etude des éléments constitutifs.

Le microscope montre un grain moyen, une texture granitoïde très nette et l'absence de « quartz divisé » proprement dit. Quant aux caractères du laminage, ils sont les mêmes que ceux du granit.

Les éléments de cette roche sont les suivants :

Eléments essentiels :

Andésine basique.
Biotite.
Quartz.

Eléments accessoires :

Apatite.
Allanite.
Zircon.

Eléments secondaires :

Chlorite.
Muscovite.
Ilménite.

Andésine basique

Le feldspath de nos diorites est exclusivement un plagioclase à 45-50 % an. correspondant à une *andésine basique*.

Ce minéral est moins abondant que le quartz. Les plages en sont en général plus petites et n'accusent pas de contours cristallographiques. La macle répétée suivant la loi de l'albite est la règle, mais il n'est point rare de la rencontrer en combinaison avec celle de la péricline.

Beaucoup de plages sont fraîches, mais d'autres sont très altérées par la muscovitisation. La muscovite occupe des plages entières ou bien se localise dans les interstices des lamelles maclées, c'est-à-dire dans les plans de macles où elle se dispose en filaments excessivement fins.

Biotite, Chlorite, Muscovite, Ilménite.

La biotite est uniformément répandue dans les coupes en plages très ramifiées ; il semble que chaque plage ait été écartelée. Plusieurs, encore fraîches, montrent un fort polychroïsme ; mais la généralité en est plus ou moins chloritisée, voire même totalement. La chloritisation a séparé des produits ferreux en abondance, soit sous forme de grains de fer [illegible] partois nets, soit sous forme de [illegible] aunâtres qui se sont infiltrées partout.

Re[illegible] ne passe pas à la muscovite [illegible] dernier minéral provient [illegible] feldspaths.

[illegible] trent par leurs clivages [illegible] accentués ; il arrive que

ces clivages sont incurvés plusieurs fois sur eux-mêmes. (Fig. 44.)

La biotite est parfois incluse dans le quartz en petits rectangles idiomorphes parfaitement limpides qui sont évidemment ici de première consolidation. D'autre part, le quartz renferme aussi, en inclusion, de l'apatite.

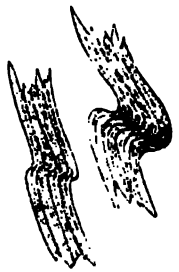


Fig. 44. — Biotites tordues.

Quartz.

Le quartz est l'élément le plus abondant. Il se présente en plages plus ou moins étendues, en général très découpées, et dans lesquelles les feldspaths et les micas pénètrent en ramifications nombreuses. Le caractère des extinctions roulantes est particulièrement accusé, ce qui dénote l'action d'une compression puissante. Signalons ici l'influence des inclusions sur le roulement de ces extinctions. Quelques baguettes de biotite sont incluses dans les plages de quartz et l'extinction du quartz aux abords immédiats de ces inclusions ne coïncide pas avec l'extinction moyenne de la plage. La discordance est même très sensible.

La même discordance s'observe pour des secteurs qui ne sont pas aux abords immédiats des inclusions de biotite, mais qui, tout en restant reliés à eux, s'en écartent notablement dans la direction des clivages. Les inclusions ont donc orienté le roulement.

Comme tous les quartz, celui-ci est entièrement piqué d'inclusions excessivement petites. Ici elles apparaissent, au premier coup d'œil, comme une poussière serrée, répandue sur toute la plage du minéral, mais on reconnaît bientôt qu'elles sont disposées en files serrées et on remarque que le roulement de l'extinction s'effectue, en général, en une vague qui se maintient normale à ces files.

Quelques petites plages de quartz sont en inclusions

primaires dans les plagioclases; elles se présentent assez souvent sous la forme bipyramidée.

Apatite, Zircon, Allanite.

De belles apatites, pas très idiomorphes, sont répandues en assez grand nombre et un peu partout. Plusieurs sont craquelées. Quelques sections hexagonales montrent deux systèmes de fentes, assez régulièrement à angle droit l'un sur l'autre et comblés de matières ferreuses rouges-jaunâtres.

Nous rencontrons aussi dans notre roche plusieurs grains de zircon, de bonne taille, avec de belles teintes, fort limpides, de polarisation chromatique. Ils sont brisés comme l'apatite.

Citons enfin quelques allanites sporadiques.

LA COLLECTION DE PARASITES

DU LABORATOIRE D'HYGIÈNE ET DE PARASITOLOGIE DE L'UNIVERSITÉ DE LAUSANNE

PAR LE

Dr Bruno GALLI-VALERIO, prof.

Communication faite à la Société Vaudoise des Sciences Naturelles le 17 avril 1901.

La collection de parasites de mon laboratoire se compose d'exemplaires conservés dans la formaline ou dans l'alcool et de préparations microscopiques. Il est naturel qu'à côté de ces préparations permanentes, il y a des préparations non durables, faites au fur et à mesure des besoins de l'enseignement.

Cette collection est en grande partie ma propriété particulière, et mes préparations ont constitué le noyau autour duquel j'ai pu rassembler tous les exemplaires actuels.

Dans mon travail, j'ai été aidé par plusieurs personnes, qui ont bien voulu me transmettre des parasites qu'elles avaient trouvé chez l'homme ou chez les différentes espèces animales. Il serait trop long de citer tous mes collaborateurs ; qu'il me suffise de rappeler, entre autres, MM. les professeurs Bieler, Demiéville, Stilling, Piana et Blanchard, MM. les docteurs Borgeaud et Santschi, et surtout M. Paul Narbel, cand. méd. A ceux-ci, comme à tous ceux que je n'ai pas nommés, j'adresse ici mes plus vifs remerciements.

Je ne veux pas donner ici un catalogue complet des 400 préparations dans l'alcool et dans la formaline et de plusieurs centaines de préparations microscopiques qui vont constituer la collection, mais un aperçu général sur celle-ci.

Comme la parasitologie doit être comparée, qu'il n'existe pas de limites tranchées entre les parasites de l'homme et des animaux, et que de la comparaison des formes il est plus facile de se former une idée du parasitisme, ma collection comprend non seulement des parasites de l'homme, mais aussi des parasites des animaux.

Si la parasitologie comparée était mieux connue, on écrirait souvent moins de fautes dans les journaux de médecine. Et j'insiste ici sur cette dénomination de parasitologie, que j'ai le premier adoptée pour ma chaire, en remplacement de celle généralement employée de bactériologie.

La bactériologie n'est qu'une branche de la parasitologie, les bactéries n'étant que des parasites. Et le nombre des bactéries est en train même de diminuer de jour en jour, car nous sommes déjà forcés d'en séparer pour les rapprocher des hyphomycètes, les agents spécifiques de l'actinomycose, de la tuberculose, de la morve et de la diphtérie.

La dénomination de bactériologie entraîne à des erreurs très graves. On voit, en effet, décrits dans des traités de bactériologie les hæmosporidies de la malaria, qui ne sont nullement des bactéries, pas même des parasites végétaux, mais des protozoaires. Ne nous étonnons donc pas si l'on entend parfois des étudiants, aux examens, affirmer, tout en en donnant une bonne description, que l'agent spécifique du paludisme, c'est un bacille.

Du reste, mon idée a fait du chemin. Mon collègue et ami, M. le prof. Blanchard, publie les Archives de parasitologie ; M. le prof. Weichselbaum a donné à son traité le titre de « Traité de parasitologie ».

Je serai heureux si ce travail peut contribuer à faire augmenter la collection de mon laboratoire en la faisant connaître.

Insectes.

COLÉOPTÈRES

Longicornes

Ergates faber. Linné.

Il s'agit d'un cas de parasitisme accidentel.

Mon ami, M. F. Terruzzi, actuellement consul d'Italie à Hodeidah (Arabie), avait trouvé les larves de ce coléoptère en novembre 1895 dans les cavités nasales d'un dromadaire à Saana (Yemen, Arabie). Mon collègue, M. Blanchard, qui a bien voulu étudier ces larves[1], suppose que leur pénétration dans le nez du dromadaire a eu lieu par ce fait que le dromadaire, en arrachant l'écorce d'un arbre, a mis les larves à découvert, et elles se sont alors engagées dans les fosses nasales.

HÉMIPTÈRES

Ricinidés

Menopon mesoleucum. N.

Sur Corvus corone à Lausanne.

M. pallidum. N.

Sur le coq et la poule à Lausanne et sur le poulet à Milan.

M. crocatum. N.

Sur Numenius arquatus à Orbe.

M. latifasciatum. Piaget.

Sur Tetrao urogallus à la Vallée de Joux.

[1] *Archives de parasitologie* 1898, p. 513.

M. pusillum. N.

Sur Motacilla alba (canton de Vaud).

M. tridens. N.

Sur Podiceps minor (canton de Vaud).

M. phaeopus. N.

Sur Larus ridibundus (canton de Vaud).

M. productum. Piaget.

Sur Phasianus colchicus × Ph. Amersthi, à Milan.

M. titan. Piaget.

Dans le bec de Pelicanus fuscus en Colombie.

Gyropus gracilis. N.

Sur les cobayes à Lausanne, sur les cobayes albi Cour. Avec l'espèce suivante, il détermine parfois une talité chez les jeunes cobayes. Il suffit de les frotter un peu de créoline très diluée, tiède, pour arrêter zootie.

G. ovalis. G.

Sur les cobayes à Lausanne et à Milan.

Docophorus communis. N.

Sur Turdus musicus et Merula torquata à la Va Joux.

D. subcrassiceps. N.

Sur Pica rustica canton de Vaud.

D. crassus. N.

Sur Bubo maximus canton de Vaud.

D. superciliosus. N.

Sur Picus major à Morges.

D. atratus. N.

Sur Corvus corone à Lausanne.

D. testudinarius. D.

Sur Numenius arquatus à Orbe et à Lausanne.

Goniocotes compar. N.

Sur Columba livia à Hechtsberg (Forêt-Noire).

Goniodes chelicornis. N.

Sur Tetrao urogallus à la Vallée de Joux et canton de Vaud.

G. damicornis. N.

Sur Columba livia à Hechtsberg (Forêt-Noire).

Trinoton luridum. N.

Sur Querquedula circia (canton de Vaud).

Lipeurus baculus. N.

Sur le pigeon à Cery et à Milan. Sur Columba livia à Hechtsberg (Forêt-Noire). Sur le pigeon voyageur à la Vallée de Joux (canton de Vaud).

L. variabilis. N.

Sur la poule à Lausanne.

L. cinereus. N.

Sur Coturnix communis (canton de Vaud).

Lipeurus ochraceus. N.

Sur Tetrao urogallus à la Vallée de Joux.

Nirmus pseudonirmus. N.

Sur Numenius arquatus à Orbe.

N. fuscus. N.

Sur Buteo vulgaris (canton de Vaud).

N. inæqualis. Piaget.

Sur Numenius arquatus à Orbe.

N. candidus. N.

Sur Picus major à Morges.

Trichodectes subrostratus. N.

Sur le chat à Lausanne.

T. pilosus. G.

Sur le cheval à Cour.

T. crassus. N.

Sur Meles taxus à la Vallée de Joux.

T. latus. N.

Sur le chien (canton de Vaud).

Pédiculidés

Hæmatopinus spinulosus. Burm.

Sur Mus decumanus à Cour (Lausanne).

H. ventricosus. D.

Sur le lapin de garenne d'Alsace à Cour (Lausanne).

H. eurysternus. N.

Sur le bœuf à Cour (Lausanne).

H. suis. L.

Sur le porc à Hechtsberg (Forêt-Noire).

H. pilifer. N.

Sur le chien à Milan et canton de Vaud.

Phtirius pubis. L.

Adultes et œufs sur l'homme à Milan, Lausanne et Orbe.

Pediculus vestimenti. Leach.

Sur l'homme à Lausanne et Orbe.

P. cervicalis. Latr.

Lentes sur l'enfant à Orbe. Adultes sur l'enfant à Lausanne.

RÉDUVIDÉS

Acanthia lectularia. L.

Sur l'homme à Lausanne.

Reduvius personatus. L.

Larves trouvées dans une chambre à Lausanne.

DIPTÈRES

APHANIPTÈRES

Sarcopsylla penetrans. L.

Orteils d'un enfant à Monrovia (Rép. de Liberia).

Typhlopsylla gracilis. Tschb.

Sur Talpa europæa à Orbe et Lausanne, et sur Arvicola arvalis à Lausanne.

T. assimilis. Tschb.

Sur Talpa europæa à Orbe et Lausanne, sur Arvicola arvalis à Lausanne. Sur Arvicola nivalis à Lovenay (Valais), à 1800 m.

Cette espèce est signalée pour la première fois sur Arvicola nivalis[1].

T. musculi. Dug.

Sur la souris blanche, Mus musculus et Mus decumanus à Milan ; sur Mus musculus et Mus decumanus à Lausanne.

T. pentactenus. Kol.

Sur Plecotus auritus à Orbe.

Hystrichopsylla obtusiceps. Ritsema.

Sur Mus sylvaticus aux Plans (Vaud), été 1900. Cette puce, très rare, est signalée pour la première fois sur Mus sylvaticus et pour la première fois en Suisse.

H. Narbeli. B. Galli-Valerio.

Sur Arvicola nivalis à Lovenay (Valais), 1800 m., le 12 novembre 1899. Peut-être cette espèce, comme je l'ai déjà signalé dans un travail précédent[2], passera-t-elle au rang de variété quand on disposera de nombreux exemplaires d'H. obtusiceps pour pouvoir les comparer entre eux.

[1] Voir B. Galli-Valerio : *Archives de parasitologie*, 1900, p. 96.

[2] *Archives de parasitologie*, 1900, page 96.

Pulex irritans. L.

Sur l'homme à Milan, à Cour et à Buenos-Ayres. L'exemplaire de Buenos-Ayres se rapproche par ses dimensions d'une Hystrichopsylla.

P. sciurorum. Bouché.

Sur Myoxus avellanarius à Genève ; sur Sciurus vulgaris à Hechtsberg (Forêt-Noire).

P. fasciatus. Bosc.

Sur la souris blanche à Milan, sur Mus decumanus à Milan et à Lausanne ; sur Myoxus glis et M. quercinus aux Plans (Vaud). Il est signalé, peut-être, pour la première fois sur M. glis.

P. erinacei. Bouché.

Sur le hérisson à Cour (Lausanne).

P. goniocephalus. Tschb.

Sur le lapin de garenne en Alsace et à Cour (Lausanne).

P. serraticeps. Gervais.

Sur l'homme à Hechtsberg (Forêt-Noire), sur le chien à Hechtsberg et à Milan, sur le chat à Milan, à Cour, Orbe et à Renens (Lausanne) ; sur Vulpes vulgaris à Milan ; sur le lapin à Milan.

NÉMOCÈRES

Culex pipiens. L.

Sur l'homme à Orbe (juillet, octobre, novembre), Villeneuve et Alpe de Scais (Valteline), 1500 m.

Culex nemorosus. Meig.

Obtenu d'une larve des marais de Villeneuve (Vaud) la première semaine d'octobre 1900.

C. annulatus. Schrank.

Sur l'homme aux Barzelin (Sondrio), 400 m., en septembre 1900.

Larves de Culex.

Dans les marais à Orbe et à l'Isola (Sondrio), dans les fossés à Vidy, même en hiver.

Anopheles bifurcatus. L.

Sur l'homme aux Barzelin (Sondrio, Valteline), 400 m., en septembre 1900. C'est une zone à malaria. Obtenu de larves trouvées en hiver à Vidy.

Anopheles claviger. Fabr.

Obtenu de larves à Caiolo (Sondrio) en septembre 1900 et à Orbe le 6 octobre 1900, et au printemps 1901.

Larves d'Anopheles.

Des marais de Vidy et d'Orbe (octobre 1900), Tronchin, Caiolo (septembre 1900), lac de Triangia (Sondrio), 800 m., septembre 1900. A Vidy, larves en hiver.

Nymphes d'Anopheles.

Du lac de Triangia (Sondrio), 800 m., septembre 1900; marais de Caiolo (Sondrio), septembre 1900.

Nymphes de Culicidées.

Marais de Castione (Sondrio), septembre 1900[1].

[1] Cf., p. les Culicidées dont il est question, mes travaux : *Mod. zoo.* 1900; *Therapeut. monatsh*, 1901 Februar.

Simulium sp ?

Sur l'homme dans l'Amérique du Sud.

S. Columbatczense. Schiner.

Sur l'homme en Bulgarie.

BRACHYCÈRES

Chrysops cœcutiens. L.

Sur le cheval à Sondrio (Valteline).

Chrysops marmoratus. Meig.

Sur l'homme à l'Alpe Campaccio (Val Malenco, Valteline), 2000 m.

Hæmatopota pluvialis. L.

Sur l'homme dans les marais de l'Orbe et au Pont (Vallée de Joux) ; sur le cheval à Boffetto (Valteline), Caiolo (Valteline), Sondrio (Valteline), Corcelles sur Chavornay (Vaud).

Tabanus bromius. L.

Sur le cheval à Sondrio.

T. autumnalis. L.

Sur l'homme à l'Alpe Campaccio (Val Malenco, Valteline), 2000 m. ; sur le cheval à Boffetto (Valteline), à Corcelles sur Chavornay (Vaud).

T. bovinus. L.

Sur le cheval à Sondrio (Valteline).

Lucilia cæsar. L.

Sur substances alimentaires à Lausanne et aux Barzelin (Valteline).

Calliphora vomitoria. L.

Adultes, jeunes, nymphes trouvées sur de la viande à Lausanne.

Sarcophaga magnifica. Schiner.

Adultes, nymphes, larves à Boffetto (Valteline). Les larves se trouvaient par centaines à la région inguino-scrotale et sur la verge d'un vieillard très malpropre. Les nymphes et les adultes ont été obtenus de ces larves.

Dermatobia noxialis. J. Goudot.

Larve sous la peau du scrotum chez l'homme à Santa-Marta (Colombie).

Œstrus sp.?

Larves enkystées dans les muscles de la cuisse d'Arvicola arvalis à Vidy (Lausanne).

Hypoderma bovis. De Geer.

Larve trouvée dans un pré à Vidy. (Origine : Bovidé?)

Cephalomyia maculata. M.

Dans les cavités nasales du dromadaire à Saana (Yemen, Arabie).

Gastrophilus equi. Clark.

Dans l'estomac du cheval à Milan. Exemplaires libres et encore fixés à la muqueuse stomacale.

Ornithomyia avicularia. L.

Sur Accentor modularis, à 1000 m., dans le Val di Togno (Valteline).

Chelidomyia hirundinis. L.

Sur Cotyle rupestris à Gaggio (Valteline).

Larve de diptère sp.?

Sur Mus musculus à Lausanne.

Larve de diptère sp.?

Dans l'urine de l'homme à Sofia (Bulgarie).

Larve de diptère sp.?

Sous la paupière supérieure de l'homme à Lausanne.

Arachnides.

ACARIENS

Gamasidés

Uropoda vegetans. De Geer.

Sur Geotrupes sylvaticus à Montcherand (Vaud). Sur Dorcus parallelipipedus à Sondrio (Valteline). Sur une mouche à Lausanne.

Dermanyssus gallinae. De Geer.

Sur le faisan (canton de Vaud).

Ixodidés

Rhipicephalus bovis. Curtice.

Sur l'homme et les bovidés dans l'Amérique du Sud.

R. sanguineus. Latr.

Sur le chien à Hechtsberg (Forêt-Noire).

Amblyomma dissimile. Koch. (?)

Sur l'homme dans l'Amérique du Sud.

Ixodes hexagonus. Leach.

Sur le chien à Lausanne, sur le furet à Cour (Lausanne).

I. reduvius. L.

Sur le pavillon de l'oreille d'un enfant à Sondrio (Valteline), sur le chien à Prilly (Lausanne), et sur Rhinolophus ferrum equinum à Lausanne.

Trombidiidés

Leptus autumnalis. Show.

Sur Talpa europaea à Castel san Pietro (Bologne, Italie).

Syringophilus bipectinatus. Heller.

Dans les tuyaux des rémiges de la poule à Martinengo (Italie) et à Lausanne.

Sarcoptidés

Myocoptes musculinus. M.

Dans les lésions de gale du Mus musculus, variété noire[1].

Laminosioptes cysticola. Vizioli.

Dans le tissu conjonctif sous-cutané du poulet à Ca Buttano (Italie).

Psoroptes communis. Fürst.

Dans le conduit externe de l'oreille du lapin à Lausanne[1].

Sarcoptes lævis. Raill.

Sur la poule à Lausanne[1].

S. mutans. Rob. et Lang.

Dans la gale des pattes de la poule à Martinengo (Italie), Renens et Chailly (Vaud)[1].

S. minor. Fürst. Variété *cati*.

Lésions de la gale du chat à Milan, Lausanne, Renens et Cour (Vaud)[1].

S. minor. Fürst. Var. *cuniculi*.

Lésions de la gale du lapin à Milan et Genève.

S. scabiei. Latr. Var. *furonis*.

Sur le furet à Cour (Lausanne)[1].

S. scabiei. Latr. Var. *suis*.

Sur le porc à Mantoue (Italie).

[1] [illegible]

S. scabiei. Latr. Var. *præcox.*

Sur le lapin et le cobaye à Milan[1].

Psorergates simplex. Tyrell.

Sous la peau de Mus musculus à Milan et à Lausanne; dans des lésions galeuses de Mus sylvaticus aux Plans (Vaud)[2].

DÉMODÉCIDÉS

Demodex folliculorum. Simon. Var. *canis.*

Dans la gale du chien à Milan.

Demodex folliculorum. Simon. Var. *hominis.*

Dans les follicules du cuir chevelu d'un enfant à Orbe (Vaud) et adhérant aux cils chez une femme et un homme atteints de conjonctivite à Lausanne.

Vers.

ANNÉLIDES

RHYNCHOBDELLIDÉS

Glossiphonia tessellata. Müller. (?)

Dans le lac de la Zocca (Valteline), à 1800 m.

GNATHOBDELLIDÉS

Limnatis nilotica. Savigny.

Sur le cheval (Arménie russe).

Hæmopis sanguisuga. Bergmann.

Dans un fossé à Sondrio (Valteline) et à Villeneuve.

Hirudo medicinalis. L.

Echantillon de pharmacie pour comparer avec les espèces précédentes.

---

[1] Cf. *Moderno Zoo.* 1894. N° 22.

[2] Cf. Bull. Soc. vaud. sc. nat., 136.

NÉMATHELMINTHES

Acanthocéphales

Echinorhynchus circumflexus. Molin.

Intestin de Talpa europæa à Sondrio (Valteline).

Gordiacés

Gordius aquaticus. Duj.

Dans un ruisseau à San-Salvatore (Valteline), à 1900 m.; dans des marais à Lausanne, et dans les Alpes vaudoises et le Jura.

Nématodes

Strongyloïdes intestinalis. Bavay.

Dans les fèces d'un enfant italien, à Brigue, hospitalisé à Lausanne ; œufs et embryons.

Sphærularia bombi.

Chez Bombus sp. ? à Lausanne.

Spiroptera reticulata. Dies.

Dans le ligament suspenseur du boulet du cheval à Milan et Belgioioso (Italie). Coupes des lésions et vers isolés.

Spiroptera sanguinolenta. Rud.

Chez Vulpes vulgaris à Gênes et chez le chien à Milan. Coupes des lésions et ver.

Sp. megastoma. Rud.

Dans l'estomac du cheval et de l'âne à Milan. Coupes des lésions et vers isolés.

Sp. strumosa. Rud.

Dans le cardia de Talpa europæa à Sondrio (Valteline); dans l'intestin et l'estomac de Talpa europæa à Orbe (Vaud). Larves enkystées dans le péritoine de Talpa europæa à Lausanne. Préparations d'œufs.

Filaria attenuata. Rud.

Abdomen de Corvus corone à Lausanne.

Filaria labiato-papillosa. Aless.

Embryons dans les vaisseaux de la langue d'un bœuf.

Filaria equina. Abildgaard.

Adultes de la cavité abdominale d'un cheval à Milan.

Embryons dans des pseudotubercules du poumon et du foie du cheval à Milan.

Embryons dans des nodules sarcomateux de la dure-mère du cheval à Edimbourg[1].

Filaria immitis. Leidy.

Adultes dans le cœur droit d'un chien de chasse à Milan.

Embryon dans le sang et dans les coupes du rein et du poumon du chien à Milan et à Bollate (Italie).

Filaria medinensis. Velsch.

Femelle adulte sous la peau d'un nègre de Guinée dans l'Etat libre du Congo. Un autre exemplaire, enroulé sur un morceau de bois, montrant la méthode d'extraction des indigènes au Congo.

Trichinella spiralis. Owen.

Coupes des muscles du cobaye trichiné (Milan).

Trichosoma hepaticum. Bauer.

Coupes des lésions du foie de Mus decumanus à Cour et à Lausanne. Préparations d'œufs.

---

[1] Cf. mes travaux : *Neoformazioni nodulari*, Parme 1897. *Patologia generale*, Milan 1898.

T. longicolle. Rud.

Adultes dans le jabot du Phasianus versicolor à Milan. Préparations d'œufs dans les fèces de ce faisan. Coupes du jabot.

Trichocephalus unguiculatus. Rud.

Dans l'intestin de Lepus timidus à Sondrio (Italie).

Tr. trichiurus. L.

Dans le cœcum de l'homme à Lausanne. Préparations d'œufs des fèces de l'homme à Orbe, Corcelles sur Chavornay, Lausanne, Valeyres-sous-Rances. Les œufs de ce parasite se rencontrent assez souvent dans les fèces de l'homme à Lausanne.

Uncinaria canina. Ercolani.

Dans l'intestin grêle du chat ♀ à Lausanne.

U. stenocephala. Raill.

Intestin du chat à Sondrio (Valteline).

U. os-papillatum. Piana.

Intestin de l'éléphant ♀ à Milan.

U. duodenalis. Dubini.

Intestin de l'homme à Pavie. Œufs et exemplaires dans les fèces d'un enfant italien, à Brigue, hospitalisé à Lausanne.

Sclerostomum equinum. O.-F. Müller.

Dans l'intestin du cheval à Milan.

Jeunes dans la grande mésentérique du cheval à Milan.

Coupes d'un anévrisme vermineux du cheval à Milan.

Nodules du cœcum du cheval déterminés par les larves de sclerostomum Milan).

Sclerostomum epistomum. Piana.

Intestin de l'éléphant ♀ à Milan.

Sclérostomes sp. ?

Enkystés sous la muqueuse du côlon de l'éléphant ♀ à Milan.

Larves de sclérostominés.

Pseudotubercules sous la muqueuse du bœuf à Lausanne.

Syngamus trachealis. Von Sieb.

Dans la trachée de Sturnus vulgaris à Carrara (Italie).

Strongylus strigosus. Duj.

Dans l'intestin du lapin de garenne en Alsace.

St. pusillus. A. Müller.

Lésions pulmonaires du chat à Milan.

St. apri. Gmelin.

Dans les lésions pulmonaires du porc à Lausanne et à Mirandola (Italie). Préparations d'adultes et d'embryons.

St. capillaris. Schlägel.

Pseudotubercules à embryons dans les poumons d'une chèvre à Tunis.

St. rufescens. Leuckart.

Coupes de la pneumonie du mouton à Milan.

St. filaria. Rud.

Dans les poumons du mouton à Lausanne.

St. micrurus. Mehlis.

Coupes des lésions pulmonaires des bovidés et du veau à Milan.

Eustrongylus gigas. Rud.

Libres dans l'abdomen d'un chien ♂ atteint de péritonite tuberculeuse à Milan.

Agamonema capsularia. Dies.

Chez Merlucius vulgaris dans des kystes du foie (Gé

Oxyurus ambigua. Rud.

Dans l'intestin du lapin de garenne en Alsace.

O. equi. Schrank.

Dans l'intestin du cheval avec un exemplaire de l riété *Mastigodes*, Nitzsch, à Milan ; dans l'intestin d val à Catanzaro (Italie), Lausanne, Sainte-Croix (V Préparations microscopiques des œufs.

O. vermicularis. L.

Rectum de l'homme à Lausanne.

O. obvelata. Br.

Intestin de la souris blanche à Milan.

O. dentata. Drasch.

Intestin de Testudo græca à Grenoble.

O. albanica. Stossich.

Intestin de Testudo græca à Grenoble.

O. longicollis. Schn.

Intestin de Testudo græca à Grenoble.

Atractis dactylura. Rud.

Dans l'intestin de Testudo græca à Grenoble.

Oxysoma brevicaudatum. Zeder.

Intestin de Salamandra maculosa à Lausanne.

Heterakis papillosa. Bloch.

Dans les cæcums de Coturnix communis à Lausan la poule à Milan et à Lausanne ; dans l'intestin de

anus colchicus × Ph. Amersthi, de Ph. versicolor à Milan, et de Ph. Revesii à Sofia (Bulgarie).

Pseudotubercules de l'intestin du faisan à Monza et à Milan.

Heterakis maculosa. Rud.

Dans l'intestin du pigeon à Milan et à Argenteuil (France).

H. perspicillum. Rud.

Dans l'intestin grêle de la poule à Sondrio (Italie), Caravate (Italie), Milan, Lausanne. (Exemplaires de 12 ½ cm. de long.)

Ascaris nigrovenosa. Zed.

Poumons de Rana temporaria à Lausanne.

Ascaris canis. Werner.

Dans l'intestin du chien à Milan et à Côme. Dans l'intestin et l'estomac d'un chien d'un an à Milan.

A. canis. Werner. Var. *felis*.

Intestin grêle du chat à Lausanne, Renens (Vaud) ; estomac et intestin du chat à Milan ; vomissements d'un jeune chat à Lausanne.

A. equorum. Goeze.

Intestin du cheval à Milan.

A. lumbricoïdes. L.

Intestin de l'enfant et de l'homme adulte à Lausanne.

Préparations d'œufs des fèces de l'homme et de l'enfant à Valeyres-sous-Rances.

Préparations d'œufs avec embryon après incubation dans l'eau.

A. holoptera. Rud.

Intestin de Testudo græca à Grenoble.

PLATHELMINTHES

Trématodes

Chonchosomum alatum. Gœze.

Intestin grêle du chien à Milan.

Amphistomum Hawkesi. Cobbold.

Intestin de l'éléphant ♀ à Milan.

Mesogonimus dimorphus. W.

Cœcum et première partie du gros intestin de la poule à Milan.

Opistorchis felineus. Rud.

Coupes d'un foie de chien atteint par une hépatite nodulaire graisseuse provoquée par ce distomien (Milan).

O. truncatus. Rud.

Nodule hépatique d'un chien à Milan.

O. Pianaï. B. Galli-Valerio.

Intestin d'Anas boschas à Bustoarsizio (Milan)[1].

Dicrocoelium lanceolatum. Rud.

Dans les canaux biliaires du mouton à Milan.

Coupes des pseudotubercules du foie du cheval à Milan déterminés par les œufs de D. lanceolatum[2].

Fasciola hepatica. L.

Dans les canaux biliaires de la vache et du mouton à Milan.

Nodules du foie du mouton dus à F. hepatica et D. lanceolatum.

Coupes des pseudotubercules du foie du cheval à Milan dus aux œufs de F. hepatica[2].

[1] Cf. B. Galli-Valerio, *Cent. f. Bact.*, 1898, XXIII et XXIV, p. 145 et n° 24.

[2] Cf. B. Galli-Valerio, *Archivio per le Sc. mediche*, 1893, n° 9.

Œufs dans les canaux biliaires du bœuf à Lausanne.

Exemplaires des poumons du bœuf et de la vache à Milan.

Embryon après incubation des œufs dans l'eau à Milan.

Exemplaires de Limnæa truncatula, Müller, hôte intermédiaire de F. hepatica, dans une mare sur la Grigna (Italie), à 900 m.

Distomum cylindraceum. Zeder.

Dans les poumons de Rana esculenta à Lausanne. Seul ou associé à A. nigrovenosa[1].

Préparation des œufs et coupes des poumons.

CESTODES

Triænophorus nodosus. Rud.

Dans des kystes du foie de Tinca vulgaris du lac d'Olginate (Italie) et lac Majeur.

Ligula simplicissima. Rud.

Dans la cavité abdominale de la féra à Lausanne.

Bothriotœnia infundibuliformis. Rud.

Intestin de l'ombre chevalier à Lausanne.

Botriocephalus latus. Brems.

Intestin de l'homme à Lausanne. Huit cas représentés par huit exemplaires.

Intestin de l'homme à Chavornay. Un cas représenté par trois exemplaires, de la longueur, pris ensemble, de 26 mètres.

Intestin de l'homme à Gavirate (Italie). Un cas représenté par un exemplaire.

Intestin de la femme à Lausanne. Six cas représentés par sept exemplaires.

[1] Cf. B. Galli-Valerio, *Bull. Soc. vaud. Sc. nat.*, XXXIV, 130.

Dans le cas où il y en avait deux, l'un ne présentait point de tête, l'autre était de la variété Cristatus [1].

Intestin de la femme à Genève. Un cas représenté par un exemplaire.

Intestin de la femme à Montreux. Un cas représenté par un exemplaire.

Intestin de la femme à Orbe. Un cas représenté par un exemplaire.

Intestin d'une fillette à Lausanne. Deux exemplaires.

Intestin du chien à Milan. Quatre cas représentés par quatre exemplaires, dont l'un a des anneaux perforés.

Préparations d'œufs dans les fèces de l'homme et du chien.

Préparations d'œufs avec embryon après quatre mois d'incubation dans l'eau.

Préparations microscopiques de têtes et d'anneaux.

Larves de B. latus des parois de l'abdomen de la lotte et de l'ombre chevalier à Lausanne ; des muscles des perchettes à Lausanne ; des parois de l'intestin, du foie, des muscles de la lotte à Lausanne ; des parois de l'intestin de l'ombre chevalier à Lausanne.

Larves retrouvées vivantes dans l'abdomen et enkystées dans les muscles dorsaux de l'abdomen, et dans l'ovaire d'une grenouille inoculée dans l'abdomen, deux mois auparavant, avec des larves de Bothriocephalus. Cette expérience, démontre que la grenouille présenterait un milieu favorable à la vie des larves de bothriocéphale. Les essais que j'ai faits de les infecter directement en plaçant les grenouilles dans l'eau contenant des embryons de B. latus, [illegible] On devait s'y attendre, car nous ne connaissons [illegible] intermédiaire des embryons de B. [illegible]

[1] [illegible] XXVIII, p. 3[illegible]5.

Mesocestoïdes lineatus. Vaillant.

ntestin du chien à Milan.

Davainea crassula. Rud.

ntestin grêle du pigeon à Milan.

D. tetragrona. Molin.

ntestin de la poule à Lausanne, Milan et Caravate lie).

D. bothrioplites. Piana.

ntestin du coq à Caravate (Italie), de la poule à Milan Lausanne.

oupes des nodules de l'intestin de la poule à Milan, rminées par D. bothrioplites [1].

Drepanidotænia sinuosa. Zed.

testin d'Anas boschas à Bustoarsizio (Italie).

Dicranotænia furcigera. Rud.

testin d'Anas boschas à Bustoarsizio (Italie).

Hymenolepis diminuta. Rud.

testin de Mus decumanus à Sondrio et à Lausanne. éparations d'œufs.

H. murina. Duj.

testin de mus decumanus à Milan.

H. serpentulus. Schrank.

estin de Nucifraga caryocatactes et de Garrulus glans à Sondrio (Italie).

Dipylidium caninum. L. var. *canis*.

estin grêle du chien à Milan et Bollate (Italie).

B. Galli-Valerio : *Le neoformazioni nodulari*, Rome 1894, et *Manuale ogia generale comparata*, 1898, Milan.

D. caninum. L. var *felis*.

Intestin grêle du chat à Milan, Sondrio (Italie), Lausanne.

Andrya Wimerosa. Mz.

Intestin du lapin de garenne en Alsace.

A. cuniculi. R. Bl.

Intestin du lapin de garenne en Alsace.

Anoplocephala plicata. Zed.

Intestin du cheval à Milan et à Lausanne.

Moniezia Benedeni. Mz.

Intestin du bœuf à Milan.

M. expansa. Rud.

Intestin grêle du bœuf à Milan.

Echinococcus polymorphus. Dies.

Dans le foie du porc à Lausanne.

Dans le foie du bœuf à Sondrio (Italie) et du cheval à Milan.

Kyste à têtes nombreuses chez l'enfant à Lausanne (opéré par M. le prof. Roux).

Préparations microscopiques des scolex et de la membrane.

Coupe d'un échinocoque multiloculaire du foie du porc à Lausanne.

Taenia echinococcus. Von Siebold.

Dans le duodenum du chien à Milan.

Coenurus cerebralis. Rud.

Dans le cerveau du bœuf et de la vache à Bollate (Italie).

Cysticercus fasciolaris. Rud.

Dans le foie du campagnol (sp.?) de Talpa europaea, de Arvicola arvalis, de la souris blanche, du rat blanc

Mus musculus, de Mus decumanus blanc et noir à Lausanne; de Mus decumanus à Cour et à Sondrio; dans l'intestin d'un faucon (sp.?) à Sondrio, probablement avalé avec un foie de rat ou de campagnol [1].

Tænia crassicollis. Rud.

Dans l'intestin grêle du chat à Renens et à Lausanne.

Cysticercus cellulosæ. Rud.

Dans le cerveau d'un homme à Lausanne.

Dans la pie-mère d'une femme à Lausanne. Il y en avait trois exemplaires.

Dans le cœur, poumons, muscles intercostaux d'un homme à Lausanne.

Dans les muscles du bras d'un homme à Lausanne [2].

Dans les muscles du porc à Milan et dans le foie du porc à Lausanne.

Tænia solium. Rud.

Dans l'intestin de la femme à Sondrio (Italie) et de l'homme à Milan.

Préparation des œufs.

Cysticercus bovis. Cobbold.

Dans les muscles du bœuf à Carrara (Italie).

Tænia saginata. Gœze.

Cinq cas chez l'homme à Lausanne représentés par cinq exemplaires.

Un cas chez l'homme à Milan, représenté par un exemplaire.

---

[1] Cf. B. Galli-Valerio, *Mod. zool.*, 1897.

[2] Cf. B. Galli-Valerio : *Cent. f. Bact*, 1898, XXIII, p. 939, et *Bull. Soc. Vaud. Sc. Nat.*, XXXIV, 127.

Un cas chez l'homme à Sondrio, représenté par un exemplaire.

Cinq cas chez la femme à Lausanne, représentés par cinq exemplaires.

Un cas chez la femme à Genève, représenté par un exemplaire.

Un cas chez la fillette à Lausanne, représenté par deux exemplaires, dont l'un à tête pigmentée.

Préparations des œufs.

Cysticercus tenuicollis. Rud.

Dans le péritoine du mouton à Sondrio (Italie).

Cysticercus pisiformis. Zeder.

Dans le péritoine du lapin à Lausanne, Argenteuil (France) et Milan; dans l'épiploon du lapin à Lausanne et à Milan. A Lausanne il est très fréquent [1].

Tænia serrata. Gœze.

Dans l'intestin grêle du chien à Milan et à Bollate (Italie).

Préparations des œufs.

Cysticercus longicollis. Rud.

Sous la peau du cou et de l'abdomen d'Arvicola arvalis à Lausanne.

Tænia sphaerophora. Rud.

Intestin de Numenius arquatus des marais de l'Orbe (Vaud).

T. filum. Gœze.

Intestin de Totanus chalidris à Lausanne.

Tænia scalaris. Duj.

Intestin de Crocidura aranea (Milan).

Préparation des œufs.

---

[1] Cf. B. Galli-Valerio : *Cent f. Bact*, 1898, p. 939, XXIII, et *Bull. Soc. vaud. Sc. nat.*, XXXIV, 127.

Protozoaires.

INFUSOIRES

CILIÉS

Nodules déterminés par des ciliés. Sous la séreuse de l'intestin de Totanus chalidris à Lausanne[1].

FLAGELLÉS

Trichomonas caviæ. Dav.

Intestin des cobayes à Lausanne. Assez fréquent. Il détermine des épizooties analogues à celles déterminées par les coccidies chez les lapins[1].

Trypanosomum Brucei. Plimm. et Bradf.

Dans le sang de chien atteint de naganà au Transvaal.

SPOROZOAIRES

SARCOSPORIDIES

Sarcocystis tenella. Railliet.

Dans la tunique musculaire de l'œsophage du mouton sous la forme développée de Balbiania gigantea. Railliet.

Sarcocystis Miescheri. Kuhn.

Nodules calcifiés dans le cœur du porc à Lausanne.

Miescheria muris. R. Bl.

Dans les muscles striés de Mus musculus à Cour (Lausanne) et à Milan.

HÆMOSPORIDIES

Hæmosporidium vivax. Grassi et Feletti.

Dans le sang de l'homme atteint de fièvre tierce (Italie)[2].

---

[1] Cf. B. Galli-Valerio : *Cent. f. Bact*, 1900, XXVII, p. 305.

[2] Cf. B. Galli-Valerio : *Therapeutische monatshefte*, 1901, Februar.

H. præcox. Grassi et Feletti.

Dans le sang de l'homme atteint de fièvre tierce estivo-automnale (Italie)[1].

H. malariæ. Laveran.

Dans le sang de l'homme atteint de fièvre quarte (Italie)[1].

H. Danilewskyi. Raill.

Dans le sang de différents oiseaux (Italie)[2].

Piroplasma bigeminum. Smith et Kilborne.

Dans le sang du chien et des bovidés (Italie)[3].

COCCIDIES

Coccidium hominis. Riv.

Dans l'intestin du lapin à Lausanne. Fréquent chez les jeunes lapins qu'il tue presque toujours.

C. cuniculi. Riv.

Dans des lésions du foie du lapin à Milan. Dans des abcès du foie du lapin à Lausanne. Dans l'intestin du lapin à Lausanne.

Coccidium (sp).

Dans des coupes de l'intestin du mouton à Milan.

Sporozoaires de la variole.

Coupe des pustules varioleuses de la cornée du lapin (Milan)[4].

Sporozoaires de la vaccine.

Coupe des pustules vaccinales de la cornée du lapin (Milan)[4].

---

[1] Cf. B. Galli-Valerio : *Therapeutische monatshefte*, 1901, Februar.

[2] Cf. B. Galli-Valerio : *Moderno Zoo.*, 1898, 1899, 1900.

[3] Cf. Piana et B. Galli-Valerio : *Mod. Zoo.*, 1895, n° 5.

[4] Cf. B. Galli-Valerio : *Cent. f. Bact.*, 1899, XXV, p. 380. Piana et B. Galli-Valerio : *Riforma medica*, 1900, n° 126. *Moderno Zoo.*, 1894.

Sporozoaires du molluscum contagiosum.

Coupes de lésions du molluscum de l'homme (Milan) [1].

Sporozoaires de l'Epithelioma contagiosum.

Coupe des lésions de l'Epithélioma de la poule (Milan) [1].

PARASITES VÉGÉTAUX

HYPHOMYCÈTES

Penicillium glaucum. Link.

Isolé de l'air et des urines de l'homme à Lausanne.

P. brevicaule. Gosio.

Culture de Rome. Employé pour la recherche de l'arsenic [2].

Aspergillus fumigatus. Fresenius.

Isolé des mucosités d'une vache atteinte de broncho-pneumonie à Milan, et d'un pigeon infecté avec les spores de Milan.

A. glaucus. Link.

Isolé des poussières d'un moulin à Lausanne.

A. niger. Van Tieg.

Isolé des poussières d'un moulin à Lausanne.

Aspergillus sp. ?.

Dans l'œuf de poule à Lausanne.

Merulius lacrymans.

Sur une poutre à Lausanne.

Mucor sp. ?

Isolé d'une symbiose avec une teigne du chat (Lausanne).

---

[1] Piana et B. Galli-Valerio : *Moderno Zoo.*, 1894.

[2] Cf. B. Galli-Valerio et C. Stryzowsky : *Pharm-Post*, 1900, n° 45.

Achorion Schönleini. Lebert.

Des lésions de la teigne faveuse de Mus musculus à Lausanne.

Des lésions de la teigne faveuse de l'enfant à Lausanne.

Des lésions de la teigne faveuse de la poule à Milan, Precotto (Italie), Lausanne[1].

Microsporum Audouini. Gruby.

Des lésions de la teigne d'un enfant à Milan[2]. Je ne l'ai jamais trouvé à Lausanne.

M. minutissimum. Burckardt.

De l'Erythrasma de l'homme à Lausanne.

M. furfur. Ch. Robin.

Du pityriasis versicolor de l'homme à Lausanne.

Trichophyton tonsurans. Malmsten.

Préparations des variétés endothrix et ectothrix de la teigne de l'homme à Lausanne, de l'herpès circinée de l'enfant à Lausanne, de la teigne du veau et de son inoculation sur le chat à Lausanne, de la sycosis de l'homme[3].

Blastomycètes

Oïdium albicans. Ch. Robin.

De la bouche de l'enfant atteint de muguet, et des selles de l'enfant atteint de gastro-entérite chronique à Lausanne[4].

Saccharomyces. Rivolta.

Des [illegible] du cheval à Milan.

[illegible]

S. rosaceus.

Isolé d'une urine diabétique à Lausanne.

Saccharomyces (sp. ?).

Isolé d'une teigne faveuse d'un enfant; en symbiose avec A. Schönleini, à Lausanne.

Saccharomyces sp. ?

Isolé d'une symbiose avec Trichophyton tonsurans dans la teigne du veau à Lausanne.

Saccharomyces sp. ?

Isolé des poumons d'un jeune porc à Lausanne.

S. guttulatus. Sc.

De l'estomac du cobaye à Lausanne. Très fréquent chez les lapins à Lausanne.

Blastomycètes ?

Formes considérées comme blastomycètes dans des coupes de tumeurs de l'homme (Italie).

SCHIZOMYCÈTES

Leptothrix

Leptothrix buccalis. Robin.

D'un abcès à la joue de l'homme et de la salive de l'homme à Lausanne.

Actinomycètes

Actinomyces sp. ?

Du pus d'un lapin à Lausanne.

A. albus. Gasp.

De cultures de Turin.

A. bovis. (Rivolta.) Harz.

Mâchoire de vache à lésions d'actinomycose (Lausanne). Coupes des nodules de la plèvre du bœuf (Italie). Coupes de lésions de la langue[1].

Préparations de l'actinomyces du bœuf, de l'homme, des mâchoires de bœuf enfouies dans le sol, des cultures.

Mycobacterium tuberculosis. (Koch.) L. et N. var. *hominis.*

Lésions des vertèbres et des côtes du porc à Lausanne; lésions du foie, de la rate, des ganglions mésentériques de cobayes inoculés à Lausanne ; lésions de la tuberculose du chien et du singe à Milan et à Lausanne[2].

Bacilles de l'homme dans les crachats et les urines.

Bacilles du chien, du chat et du singe.

M. tuberculosis. (Rivolta.) L. et N. var. *avium.*

De la poule ; foie de poule inoculée à Lausanne, présentant les caractères d'un foie gras.

M. phleï. (Moeller) L. et N.

D'une culture (Prague).

Corynebacterium mallei. (Löffler et Schütz.) L. et N.

Lésions du nez et de la trachée du cheval morveux à Lausanne. Lésions de vaginalite morveuse des cobayes. Préparations des bacilles du cheval, homme, cobaye, grenouille. Lésions du poumon et de la rate de la souris blanche[3].

[1] [illegible] 1896, n° 149. Buzzi et Galli-[illegible] *medicine*, 1894. *Moderno* [illegible]

[2] [illegible] 1896.

[3] [illegible] XXVI, p. 177, et 1900, XXVIII, [illegible]

C. diphteriae. (Löffler.) L. et N.

De l'homme à Lausanne[1].

SPIRILLACEAE

Spirillum rugula. (Cohn.) L. et N.

Dans l'eau à Lausanne.

Vibrio Metchnikowii. Gamaleia.

De la poule (Prague).

V. cholerae. (Koch.) Buchner.

De l'homme (Alexandrie).

BACTERIACEAE

Bacillus alvei. Chesire et Cheyne.

Des larves d'abeilles atteintes de la loque (Valais).

B. œdematis maligni. Koch.

D'une souris inoculée avec terre d'Italie.

B. Chauvaui. Arloing, Cornevin et Thomas.

Du bœuf à Milan[2].

B. tetani. Nicolaier.

Isolé de terre tétanigène d'Italie.

B. subtilis. Cohn.

D'une infusion de foin à Lausanne.

B. anthracis. Cohn et Koch.

D'une pustule de l'homme à Lausanne. Du bœuf, cheval, cobaye, lapin à Milan, Moudon, Lausanne[3].

---

[1] Cf. B. Galli-Valerio : *Cent. f. Bact.*, 1897, XXIV, p. 500.

[2] Cf. Piana et Galli-Valerio : *Annali di agricultura*, 1896, vol. 210, et *Annales Pasteur*, 1896.

[3] Cf. Piana et B. Galli-Valerio : *Moderno Zoo.*, 1897.

Bacterium erysipelatos suum. (Löffler.) Migula.

Du porc atteint de rouget à Milan.

B. vulgare (Hauser). L. et N.

Des selles et urines de l'homme à Lausanne.

B. putidum (Flügge). L. et N.

De l'air à Lausanne.

B. fluorescens (Flügge). L. et N.

De l'eau de Bret et des selles de l'homme à Lausanne.

B. pyocyaneum (Gessard, Flügge). L. et N.

Des vomissements d'un enfant atteint de maladie pyocyanique à Lausanne.

B. prodigiosum (Ehrenberg). L. et N.

De l'air à Lausanne.

B. caniculæ (Galli-Valerio). L. et N.

Du chien atteint de la maladie des jeunes chiens à Milan[1].

B. typhi-murium (Löffler). L. et N.

De la souris.

B. icteroïdes (Sanarelli). L. et N.

De l'homme atteint de fièvre jaune (Amérique du Sud).

B. choleræ suum (Migula). L. et N.

Du choléra du porc à Milan et de la pneumonie contagieuse du jeune porc à Lausanne. Poumon d'un porc atteint de cette maladie (Lausanne).

[1] Cf. B. Galli-Valerio : *Cent. f. Bact.* 1896, XIX, p. 694. *Mod. Zoo.* 1893, *Journal de Lyon*, 1895, p. 257. *Mod. Zoo*, 1895, n° 6.

B. coli (Escherich). L. et N.

Des selles de l'homme normal, des selles d'un enfant atteint d'entérite, d'abcès de l'homme à Lausanne.

Variété de la dyssenterie de l'homme à Sondrio (Valteline [1].

Variété de la pneumonie du cheval à Milan [2].

Variété d'une épizootie du Hamster à Lausanne.

Variété de l'ascite du chien à Milan et de la diarrhée des veaux [3].

B. typhi (Eberth). Gaffky.

De la rate de l'homme (Italie, Lausanne).

B. pneumoniæ. Friedländer.

De la broncho-pneumonie et de la pneumonie gangreneuse de l'homme à Lausanne.

B. cuniculi-pneumonicus.

Lésions du nez et de broncho-pneumonie du lapin à Lausanne.

B. pseudotuberculosis rodentium. Preisz.

De la pseudotuberculose spontanée du cobaye. Lésions du foie, rate, épiploon, poumons de cobayes atteints de pseudotuberculose. Lésions de la rate et des poumons du lapin. Lésions du foie de la souris blanche. Abcès sous-cutané du lapin déterminé par un bacille du type de B. pseudotuberculosis rodentium [4].

---

[1] Cf. B. Galli-Valerio : *Cent. f. Bact.* 1896, XX, p. 901, et *Giorn. R. Soc. it. ig.* 1897.

[2] Cf. Piana et B. Galli-Valerio : *Mod. Zoo.* 1897.

[3] Piana et B. Galli-Valerio : *Annali di Agricultura*, 1896, vol. 210.

[4] *Archives de parasitologie*, 1901, p. 288.

B. pestis (Kitasato. Yersin). L. et N.

De l'homme aux Indes. Des cobayes et des rats inoculés. Coupes des lésions. Des crachats de l'homme en Russie[1].

B. septicæmiæ gangrenosæ.

De la grenouille atteinte de septicémie gangreneuse (Lausanne).

B. septicæmiæ hæmorrhagicæ. Hüppe.

Du choléra des poules à Milan, de la septicémie du lapin à Lausanne.

B. ulceris cancrosi (Ducrey-Krose). L. et N.

Du chancre mou de l'homme à Lausanne.

B. duplex. L. et N.

Des lésions de conjonctivite de l'homme à Lausanne.

B. influenzæ (R. Pfeiffer). L. et N.

Des crachats de l'homme à Lausanne.

COCCACEÆ

Micrococcus pyogenes (Rosenbach). L. et N. var. *albus.*

D'un abcès. Très rare à Lausanne.

M. pyogenes (Rosenbach). L. et N. B. var. *aureus.*

D'un anthrax, d'un abcès à la joue, d'un abcès des reins, d'un eczéma à la figure, d'une périty phlite, d'un abcès à la fesse, d'un empyème de l'homme à Lausanne.

Du sang d'un cobaye à Lausanne.

Du foie d'un lapin mort par inoculation d'une émulsion de la rate d'un homme mort d'anthrax.

D'un bubon inguinal de l'homme à Sondrio (Italie).

[1] Cf. B. Galli-Valerio : *Cent. f. Bact.* 1900, XXVIII, p. 842, et *Bull. Soc. Vaud. Sc. Nat.*, XXVI, 135. *Unser Hausarzt*, 1897, nº 11. *Giorn. R. Soc. it. ig.* 1897, nº 3.

M. ascoformans. Johne.

Du champignon du cordon testiculaire du cheval à Milan.

M. tetragenus. Koch et Gaffky.

Du pus d'un phlegmon de l'homme à Lausanne.

M. candicans. Flügge.

De l'air et de l'eau à Lausanne.

M. gonorrhoœe (Neisser). Flügge.

Du pus blennorrhagique et de vulvo-vaginite à Lausanne[1].

Sarcina rubra. Meng.

Isolée de l'air à Lausanne.

Sarcina lutea. Flügge.

Isolée de l'air à Lausanne.

S. flava. de Bary.

Isolée de l'air à Lausanne.

Streptococcus lanceolatus. Gamaleia.

Des crachats de pneumoniques à Lausanne.

St. pyogenes. Rosenbach.

Isolée des cas d'érysipèle, de pneumothorax, des fèces d'enfant atteint d'entérite, d'un abcès post-puerpéral, phlegmon, périty phlite, du sang d'un enfant atteint d'angeole à Lausanne.

---

[1] B. Galli-Valerio : *Cent. f. Bact.* XXIII, 1898, p. 959.

Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles

Vol. XXXVII. N° 141. 1901

SECONDE NOTE

SUR LA CORRECTION QU'EXIGE L'ÉQUATION

$$\Sigma \frac{1}{2} mv^2 = \frac{3}{2} PV$$

A CAUSE DU VOLUME QUE POSSÈDENT LES MOLÉCULES

PAR

C.-J. KOOL, ingénieur.

---

§ 1

En considération du but que je me propose d'atteindre dans ce travail, je supposerai dans tout ce qui suit :

1° Que les molécules du gaz auquel j'aurai affaire sont parfaitement élastiques et de forme sphérique.

2° Que l'intensité de leur attraction mutuelle s'évanouit déjà entièrement à une distance qui n'est encore que très petite par rapport à leur éloignement moyen. Cette supposition implique évidemment que la force, que M. Boltzmann indique par p_i dans son récent ouvrage sur la théorie des gaz*, a une intensité nulle.

Dans ces deux suppositions il faudra, suivant ce dernier savant et suivant MM. Oscar Meyer et van der Waals, substituer à l'équation bien connue de Clausius

$$(1) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \frac{1}{2} Vn \,.\, m\bar{v^2} = \frac{3}{2} PV$$

l'équation

$$(2) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \frac{1}{2} Vn \,.\, m\bar{v^2} = \frac{3}{2} P(V - B)$$

* *Vorlesungen über Gastheorie*, partie II, § 5.

si l'on veut tenir compte du volume des molécules, volume que Clausius a négligé en établissant son équation.

Voici, pour mémoire, le sens des différents signes et lettres qui entrent dans les deux équations 1 et 2 ou dans celles que j'emploierai dans la suite :

V est le volume du gaz ;

P est l'intensité de la pression que le gaz exerce sur les parois du vase qui le contient en vertu du mouvement de ses molécules ;

P_1 est l'intensité de la force que M. van der Waals, dans son mémoire bien connu*, indique par N_1 et appelle « pression moléculaire », tandis que Boltzmann la désigne sous le nom de force de cohésion de v. d. Waals (Waals'sche Cohæsionskraft) et l'indique par p_i ;

B est quatre fois le volume de l'ensemble des molécules du gaz ;

n est le nombre de ces molécules situées dans l'unité de volume ;

m est leur masse ;

v^2 est deux fois la valeur moyenne de leur force vive, divisée par m ;

λ est leur éloignement moyen ;

ϱ est leur diamètre ;

r est la distance séparant l'une quelconque des molécules de l'origine des coordonnées ;

R est une des forces extérieures qui agissent sur cette molécule ; enfin,

Φ est une des forces d'attraction ou de répulsion qui s'exercent entre deux molécules.

La [illegible] dans l'équation 1 de Clausius, de la [illegible] V-B [illegible] V disparaît chez les trois savants [illegible] très différents, raisonne[illegible] [illegible] plus tard à fond. Pour

le moment je me bornerai à faire une petite remarque au sujet de la manière dont l'équation 2 a été déterminée par M. v. d. Waals.

Si dans l'équation

$$\alpha) \ldots\ldots\ldots \Sigma \frac{1}{2} mv^2 = \frac{3}{2} (P + P_1) V,$$

trouvée par cet auteur dans son mémoire précité en faisant la première des deux suppositions mentionnées au début, on introduit en outre la seconde de ces suppositions, on rend évidemment nulle l'intensité P_1 qui entre dans son second membre. Or, pour un motif que j'indiquerai plus loin, M. v. d. W. pense pouvoir apporter à l'équation ainsi obtenue la correction qu'elle exige en raison du volume propre des molécules, en réduisant dans son second membre le volume V dans la proportion de λ^3 à $\lambda^3 - \frac{2}{3}\pi\varrho^3$, et cette proportion, il l'établit en supposant que les molécules du gaz ont toutes la même vitesse. Je n'aurai cependant pas de peine à montrer — et c'est là le but essentiel de ma présente remarque — que, si l'on reconnaît la justesse du susdit motif de l'auteur, on trouvera pour la réduction à faire subir au volume V la même proportion de λ^3 à $\lambda^3 - \frac{2}{3}\pi\varrho^3$, lorsqu'on suppose que les vitesses des molécules du gaz sont réglées par la loi de Maxwell.

En effet, en faisant cette dernière supposition, on obtient* pour le chemin moléculaire moyen la longueur

$$\frac{1}{\sqrt{2}\,\pi\varrho^2 n} - \frac{\sqrt{2}}{3}\varrho,$$

quand on partage l'opinion de M. v. d. Waals que la longueur $\frac{1}{\sqrt{2}\,\pi\varrho^2 n}$, que Maxwell a trouvée pour ce chemin

* *Die kinetische Theorie der Gase*, Oscar Meyer, § 117.

dans la dite supposition *, exige une certaine correction, c'est-à-dire une réduction, en vertu du fait que les molécules qui s'entrechoquent ont de l'étendue dans le sens même de leur mouvement relatif, soit avant, soit après le choc. Car, selon M. v. d. W., Maxwell aurait, dans sa détermination de la longueur $\frac{1}{\sqrt{2}\,\pi\varrho^2 n}$, exclusivement tenu compte de l'étendue que ces molécules occupent dans le sens normal au dit mouvement relatif. Or, suivant lui, l'inexactitude de l'équation α aurait sa cause première dans le fait dont je viens de parler, c'est-à-dire qu'elle serait due à ce que, dans la détermination de cette équation, il n'aurait pas été tenu compte de l'étendue des molécules dans le premier des deux sens susdits. Aussi on la corrigerait convenablement, d'après l'auteur, en multipliant son second membre par le rapport de la longueur du chemin moléculaire moyen, telle que Maxwell l'a calculée et qu'il estime donc inexacte, à la longueur de ce chemin telle qu'il l'a établie lui-même, c'est-à-dire par le rapport de

$$\frac{1}{\sqrt{2}\,\pi\varrho^2 n} \quad \text{à} \quad \frac{1}{\sqrt{2}\,\pi\varrho^2 n} - \frac{\sqrt{2}}{3}\varrho.$$

Eh bien, on reconnaîtra facilement que ce rapport est le même que celui de la fraction $\frac{3}{4\,\pi\varrho^2 n}$ à la différence $\frac{3}{4\,\pi\varrho^2 n} - \frac{1}{2}\varrho$; et, comme ce dernier rapport n'est autre que celui de $\frac{2}{3}\pi\varrho^2 n$ à $\frac{2}{3}\pi\varrho^2 n - \frac{2}{3}\pi\varrho$, le premier a également la valeur $\frac{2}{3}\pi\varrho^2 n - \frac{2}{3}\pi\varrho$, bien qu'il s'agissait de dé-

nontrer. Il est superflu de dire que cet accord entre les leux rapports en question est simplement fortuit, c'est-i-dire qu'il constitue un fait sans nécessité aucune ; il n'est d'ailleurs pas parfait, vu le caractère approximatif des deux valeurs $\frac{1}{\sqrt{2}\pi\varrho^2 n}$ et $\frac{\sqrt{2}}{3}\varrho$.

En réfléchissant que $\frac{4\pi\varrho^3 n}{3}$ est égal à $\frac{2B}{V}$, on transformera sans peine la fraction $\frac{\lambda^3 - \frac{2}{3}\pi\varrho^3}{\lambda^3}$, qui indique la valeur des rapports susdits, en la fraction $\frac{V-B}{V}$; et il résulte donc de la démonstration que nous venons de faire que, si l'on partage l'opinion de M. v. d. Waals, quant à la cause de l'inexactitude de son équation α et quant au moyen de la corriger, on devra substituer au second membre de cette équation l'expression $\frac{3}{2}P(V-B)$, peu importe qu'on attribue aux molécules du gaz la même vitesse ou qu'on leur attribue les vitesses différentes voulues par la loi de Maxwell, l'intensité P_1, je l'ai dit au début, étant supposée nulle par nous. Or, par cette substitution, ladite équation devient apparemment identique avec l'équation indiquée sous 2.

De mon côté, en partant des deux mêmes suppositions aites au début et utilisant l'équation

3) $$\ldots\ldots\ldots\ldots \Sigma\frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}\Sigma f\varrho - \frac{1}{2}\Sigma Rr\cos(R, r),$$

ouvée par M. v. de W. dans le chapitre II de son émoire, j'ai obtenu dans une note antérieure* l'équation

* *Bull Soc. Vaud. Sc. Nat.*, XXVIII, 109.

$$(4) \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \frac{1}{2} V n \,.\, m\overline{v^2} = \frac{3}{2} \frac{1}{1 + 4 b_1} PV \,;$$

équation où b_1 représente le volume total des n molécules qui occupent l'unité de volume du gaz, et où V, pour m'exprimer avec précision**, représente le volume du vase contenant le gaz, diminué du volume $\frac{1}{2} \varrho S$ de la couche qui, dans ce vase, s'étend sur toute l'étendue des parois avec une épaisseur $\frac{\varrho}{2}$.

Or, en remplaçant dans l'équation 4 la lettre b_1 par la fraction $\frac{B}{4V}$, dont la valeur est la même, on lui donnera aisément cette forme-ci :

$$(4') \ldots\ldots\ldots \frac{1}{2} V n \,.\, m\overline{v^2} = \frac{3}{2} P \left(V - B + \frac{B^2}{V} - \frac{B^3}{V^2} + \frac{B^4}{V^3} - \text{etc.} \right)$$

et le lecteur voit donc qu'elle ne diffère de l'équation 2 que par la valeur

$$5 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \frac{3}{2} P \left(\frac{B^2}{V} - \frac{B^3}{V^2} + \frac{B^4}{V^3} - \text{etc.} \right) ;$$

[illegible] éprouvent la pression des parois [illegible] point de leur surface même, [illegible] 8 de son mémoire montre [illegible] équation 9 ont pour points [illegible] touchées aux moments [illegible] moments leurs centres [illegible] dite équation 9 de [illegible] circonscrit par une [illegible] les centres des [illegible] ces molécules [illegible] temps infiniment [illegible] le gaz, la [illegible] $V - \frac{1}{2} \varrho S$. Telle sera [illegible] texte.

dont son second membre surpasse le second membre de cette dernière équation.

Pour l'air M. v. d. W. a trouvé

$$B = 0{,}0026\ V,$$

en sorte que, pour ce gaz, les fractions $\frac{B^2}{V}$ et $\frac{B^3}{V^2}$ deviennent respectivement égales à $0{,}0026^2\ V$ et à $0{,}0026^3\ V$. Dans ces circonstances, le troisième terme $\frac{B^2}{V} P$ du second membre de l'équation 4' a 0,0026 fois la valeur du deuxième, le quatrième terme $\frac{B^3}{V^2} P$ $0{,}0026^2$ fois la même valeur; en d'autres mots, la valeur dudit troisième terme n'est qu'un quatre centième, celle du quatrième terme qu'un seize millième environ de la valeur du second. Or, comme les autres termes du même membre sont plus petits encore que les deux dont je viens de parler, il est évident que toutes les fois que l'acquisition de résultats absolument exacts ne sera pas de rigueur, on pourra, lorsqu'il s'agit de l'air, faire usage indifféremment de l'équation 2 ou de l'équation 4, comme on voudra.

Il est possible qu'il en soit de même lorsqu'on a affaire à un gaz autre que l'air. Mais, sans avoir établi pour ce gaz la valeur de B et ensuite déterminé pour cette valeur celle de l'expression 5, on ne saurait pourtant l'affirmer d'une façon catégorique et sûre.

Du reste, en fût-il ainsi pour tous les gaz sans exception, et les deux équations 2 et 4 pussent-elles donc être estimées identiques au point de vue de la pratique, il ne faut pas moins leur reconnaître une notable différence au point de vue purement théorique.

En effet, comme je l'ai déjà fait remarquer dans la note où je l'ai établie, l'équation 4 n'a aucune prétention à une

exactitude rigoureuse. Elle ne saurait l'avoir. D'abord, parce que dans sa détermination il a été supposé — et ceci dans le but de simplifier les calculs — que les molécules du gaz ont toutes la même vitesse. Les forces de répulsion f, qui se développent à leur surface aux moments de leurs chocs avec les autres molécules, ont donc en réalité une intensité différente, et dans bien des cas notablement différente de celle que je leur ai supposée dans mes calculs. Par conséquent, il serait très bien possible qu'il existât une différence relativement forte entre la somme des produits $f\varrho$ tels qu'ils découlent des forces f qui sont développées dans les chocs, et celle des produits $f\varrho$ tels qu'ils ont été calculés par moi d'après les valeurs que j'ai supposées à ces forces. Puis, dans la détermination de l'équation 4 j'ai négligé de tenir compte de la modification qui est apportée au jeu des chocs moléculaires par la présence des parois; c'est-à-dire j'ai admis dans cette détermination que le nombre des chocs qui s'accomplissent en moyenne par unité de volume et pendant l'unité de temps, entre les molécules dont le mouvement s'effectue dans deux directions spéciales quelconques, et qui ont lieu de façon que ces molécules se touchent en des endroits déterminés, également quelconques, de leur surface, est dans le voisinage immédiat des parois exactement ce qu'il est dans le reste du gaz. Or il n'en saurait être ainsi que d'une manière approximative à cause de la réflexion des molécules à la surface des parois. Il y a donc là un second motif pour estimer la valeur que j'ai trouvée ci-dessus pour la somme $\Sigma f\varrho$ tant soit peu différente de sa valeur véritable.

Mais, si moi je reconnais volontiers, comme l'on voit, le caractère simplement approximatif de mon équation 4, et cela alors même que les molécules du gaz seraient supposées de forme sphérique, MM. Boltzmann, Meyer et v. d. Waals, par contre, admettent que dans cette der-

nière supposition leur équation 2 est rigoureusement exacte; [abstraction faite, bien entendu, de l'inexactitude qu'elle renferme en vertu du fait que, dans sa détermination, l'attraction mutuelle des molécules a été négligée*; cette inexactitude-là les savants susnommés la reconnaissent naturellement, aussi bien que moi je la reconnais dans l'équation 4]. Toutefois je vais montrer dans ce qui suit que cette opinion de leur part est, sinon précisément fausse, au moins insuffisamment argumentée, ensorte que leur équation 2, pas plus que mon équation 4 ne saurait être estimée parfaitement exacte.

§ 2.

J'examinerai en premier lieu la manière dont l'équation 2 a été déterminée par M. v. d. W.

Après tout ce que j'ai déjà dit ci-dessus et après les considérations que j'ai émises au sujet du chemin moléculaire moyen dans deux notes antérieures**, cet examen pourra être très court.

Il me suffira en effet de rappeler ce que j'ai fait remarquer précédemment, à savoir que M. v. d. W. détermine l'équation en apportant simplement une correction à l'équation 1 de Clausius et qu'il estime cette correction nécessaire parce que, suivant lui, le nombre des chocs imprimés par les molécules du gaz à une partie donnée de la paroi est plus grand que Clausius ne l'a évalué. Or, M. v. d. W. pense que, pour rendre exact le nombre des dits chocs qu'a trouvé ce dernier savant, il faudra l'augmenter dans la même proportion qu'on doit réduire la longueur du chemin moléculaire moyen obtenu par lui, afin qu'elle soit conforme à la vérité; ensorte que la

* *Bull. Soc. Vaud. Sc. Nat.*, XXX.

** *Bull. Soc. Vaud. Sc. Nat.*, XXVIII et XXXV.

correction qu'il apporte à l'équation de Clausius repose finalement sur la valeur de cette réduction.

Eh bien, dans les deux notes dont je parlais il y a un moment, j'ai montré qu'à l'encontre de l'opinion de l'auteur, la longueur que Clausius a trouvée pour le susdit chemin est parfaitement exacte dans la double supposition que les molécules du gaz sont de forme sphérique et que leur vitesse est la même. Comme M. v. d. W. part dans sa recherche de la correction de l'équation de Clausius de la même double supposition, il est donc évident que la base sur laquelle il établit cette correction est fausse, et que, pour être conséquent avec lui-même, l'auteur serait obligé de conclure à l'exactitude rigoureuse de cette dernière équation, pourvu, cela va sans dire, qu'à la lettre V qui y entre il soit attaché le sens spécial que j'ai indiqué dans le § 1, à savoir celui d'être le volume du vase qui contient le gaz, diminué du volume $\frac{1}{2}\varrho S$ de la couche qui dans ce vase s'étend sur toute l'étendue des parois avec une épaisseur uniforme $\frac{1}{2}\varrho$. Or une telle conclusion ne s'accorde certainement pas avec l'opinion que professe l'auteur à cet égard, et il est du reste impossible de la considérer comme juste, ne fût-ce qu'en regard de la constitution de l'équation 4. Car, bien que cette équation ne soit que d'une exactitude simplement approximative, ainsi que je l'ai rappelé au § 1, le fait que le produit PV y est multiplié par le facteur $\frac{1}{1+4b_1}$ prouve clairement que l'équation 1 a besoin d'une correction. En effet, la valeur $4b_1$ qui entre dans ce facteur peut ne pas être rigoureusement exacte; elle ne saurait cependant être nulle, puisqu'elle correspond au terme $\frac{1}{2}\Sigma f\varrho$ de l'équation fondamentale et incontestablement juste du mémoire précité de M. v. d. Waals :

$$3) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad \Sigma \frac{1}{2} mv^2 = \frac{1}{2} \Sigma f\varrho - \frac{1}{2} \Sigma \mathrm{R}r \cos(\mathrm{R}, r),$$

et que ce terme ne se réduit à zéro que si le diamètre moléculaire ϱ est nul — condition que dans cette note nous supposons précisément non remplie.

De ce qui a été dit ci-dessus il résulte toutefois que la correction qu'il faut faire subir à l'équation 1 ne peut pas être celle que M. v. d. W. y a apportée en substituant dans son second membre la différence V-B au volume B.

§ 3

Examinons en second lieu la détermination de l'équation 2 telle qu'elle a été faite par M. Oscar Meyer *(Die kinet. Theorie der Gase)*.

Voici d'abord le raisonnement qui constitue le point de départ de cette détermination (Voir § 44) :

« D'autre part », dit l'auteur, « il faudra réduire dans » l'équation de Clausius le volume V si l'on attribue aux » molécules un certain volume ; car le mouvement de ces » molécules s'effectue, non pas dans tout l'espace que cir- » conscrivent les parois du vase, mais dans la seule partie » de cet espace qui n'est pas occupée par elles. Le nombre » des chocs que les molécules impriment aux parois pen- » dant l'unité de temps dépend donc du volume de cette » partie, et, cela étant, il est clair que l'intensité de la » pression exercée par le gaz sur les parois est déterminée, » non pas par le volume V, mais par ce précédent volume. »

D'après le sens que nous avons donné ci-dessus à la lettre B, les molécules du gaz occupent ensemble un espace $\frac{1}{4}$ B. En regard du raisonnement qui précède, on serait donc disposé à croire que, pour corriger l'équation de

Clausius, l'auteur y substituera au volume V le volume $V - \frac{1}{4} B$.

Tel n'est pourtant pas le cas. « Car » — c'est ainsi qu'il s'exprime plus loin (page 103) — « le mouvement » dont sont animées les molécules du gaz a pour effet que » l'entrave qui est apportée au mouvement de chacune » d'elles, en particulier, à cause de l'existence des autres, » est plus considérable qu'elle ne le serait si ces autres » molécules demeuraient au repos. Par conséquent, pour » corriger l'équation de Clausius, il faudra y remplacer le » volume V par un volume V″ qui est moins grand que » $V - \frac{1}{4} B$. » Ce dernier serait, suivant M. Meyer, le volume qu'on devrait, dans la dite équation, substituer à V dans le cas imaginaire où, à l'exception de la molécule plus spécialement envisagée — que l'on suppose évidemment en mouvement — toutes les molécules du gaz seraient constamment immobiles.

Afin de déterminer maintenant la grandeur du susdit volume V″, l'auteur utilise la correction que M. v. d. W. a cru devoir apporter à la longueur trouvée par Clausius pour le chemin moléculaire moyen, afin qu'il y soit tenu compte de l'épaisseur des molécules du gaz dans le sens [illegible] par rapport à celles qu'elles [illegible] Clausius, suivant M. v. de W., [illegible] dans sa recherche de la dite [illegible] à fait remarquer au § 2.

[illegible] que la modification que M. M. [illegible] 1 dépend au fond de la [illegible] et que la nécessité de [illegible] simplement dans celle de [illegible] longueur obtenue par Clau- [illegible] cette dernière nécessité [illegible] moyen a exactement

a longueur que lui a trouvée Clausius dans les deux suppositions : 1° que les molécules du gaz sont de forme sphérique, et 2° qu'elles ont toutes constamment la même vitesse ; deux suppositions dont M. Meyer part lui-même dans sa détermination de l'équation 2. Par conséquent, le raisonnement qui a conduit ce dernier à cette équation pèche par sa base, et il est dès lors impossible de voir en celle-ci l'équation qu'on désire connaître.

Il y a du reste un autre motif encore pour arriver à cette même conclusion.

Dans son raisonnement rapporté ci-dessus, M. Meyer appelle l'attention sur le fait que l'espace dans lequel les molécules d'un gaz se meuvent est, grâce à leur volume propre, moins grand que celui qui est limité par les parois. Le fait est certes incontestable. Mais peut-on bien voir en lui, comme le fait l'auteur, la vraie cause de ce que les parois éprouvent par l'effet des chocs que leur impriment les molécules une pression plus forte que celle qu'elles subiraient en vertu de ces chocs dans le cas fictif où les molécules seraient dépourvues de volume, dans le cas donc où la valeur de B serait nulle? Je ne le pense pas.

En effet, si une telle appréciation était juste, on serait évidemment obligé de voir dans la fraction $\frac{1}{V - \frac{1}{4} B}$ la mesure de l'intensité i de la pression qui serait exercée sur les parois du vase, en moyenne, pendant un espace de temps très long, dans le cas spécial où, sauf une seule molécule, m, toutes les N molécules du vase se trouveraient constamment en repos; comme on serait également obligé de voir dans la fraction $\frac{1}{V - \frac{1}{6} \pi \varrho^3}$ la mesure de l'intensité i' de la pression que les parois du vase éprouveraient en moyenne pendant un espace de temps

très long dans cet autre cas spécial où il n'y aurait dans le vase qu'une seule molécule, nommons-la m', laquelle molécule, cela va sans dire, serait animée de mouvement.

Je le sais, l'un et l'autre cas que je viens d'indiquer ne se trouveront jamais réalisés dans un gaz, et on a même de la peine à découvrir entre eux et le véritable état d'un gaz des traits de ressemblance. Le premier, par exemple, exige, pour maintenir à leurs places respectives les N—1 molécules supposées immobiles, l'intervention d'un certain nombre de forces ayant leur siège en dehors de ces molécules mêmes, et une telle intervention est, on le conçoit, absolument étrangère à la nature d'un gaz. Mais, puisqu'il s'agit ici d'examiner le bien-fondé d'une conception, d'un argument, nous sommes manifestement en droit de supposer toute condition moléculaire à l'intérieur du vase, quelle qu'elle soit, pourvu que la réalisation en soit, théoriquement, possible.

Or, si, dans les deux exemples ci-dessus imaginés, on suppose à la molécule en mouvement, respectivement à m et à m', la même vitesse v, il faudrait, conformément aux mesures que je viens d'indiquer, représenter respectivement par

$$a = \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots k \cdot \frac{1}{V - \frac{1}{4} B},$$

c'est-à-dire par

$$a = \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots k \cdot \frac{1}{V - \frac{1}{24} N \pi \varrho^3},$$

et par

$$a = \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots k \cdot \frac{1}{V - \frac{1}{6} \pi \varrho^3}$$

les intensités désignées il y a un instant par i et i':

ant dans ces trois expressions un même facteur qui
e de la vitesse v de la molécule m ou m' et du volume
ase où celle-ci se meut, mais dont l'exacte valeur ne
importe d'ailleurs pas ici. Comme l'expression a' est
remment plus grande que l'expression b, on serait
ors obligé de conclure à la supériorité de l'intensité i
'intensité i'.

idemment une telle conclusion est fausse. L'intensité
nne de la pression exercée sur les parois du vase par
olécule m' dont le mouvement est à chaque instant
vé par la présence de quelque autre molécule qui
ge de changer de direction, ne saurait jamais sur-
r l'intensité moyenne de la pression que les dites
s auraient à subir si une même molécule, la molécule
e mouvait avec la même vitesse toute seule dans le
ensorte que chaque fois, après avoir atteint les parois,
pourrait les atteindre de nouveau sans éprouver sur
ute le moindre obstacle. Je ne crains pas d'affirmer
si restreint que soit dans le premier des deux exemples
mbre N—1 des molécules immobiles, dispersées soit
rmément soit irrégulièrement dans le vase, et quelle
soit dans l'un et dans l'autre exemples la vitesse de
ule molécule, m ou m', qui serait en mouvement,
nsité i sera au contraire toujours inférieure à l'inten-
'.

me semble donc impossible de partager l'opinion de
leyer, suivant laquelle la cause immédiate de l'inexac-
de l'équation de Clausius et de la nécessité de ré-
dans cette équation le volume V doit-être cherchée
le fait que l'espace dans lequel les molécules du gaz
euvent est, grâce à leur volume propre, plus petit
, que cet espace, pour parler avec plus de précision,
ns petit que celui qu'enveloppent les parois du vase,
ué de l'espace $\frac{1}{2}\varrho S$ qu'occupe la couche pariétale

d'épaisseur $\frac{1}{2}\varrho$. J'ose même prétendre que, s'il était vraiment permis de faire valoir ce fait pour expliquer que dans la dite équation le volume V doit être modifié — ce que d'ailleurs je conteste — on serait, d'après l'examen ci-dessus, obligé de donner à cette modification le sens d'un accroissement dudit volume, et non pas celui d'une réduction, comme l'affirme l'auteur.

Du reste, en admettant même que je me trompe dans une telle appréciation et que l'opinion de M. Meyer que je viens de rapporter soit juste, j'ai de la peine à croire que la circonstance que dans un gaz non seulement la molécule plus spécialement envisagée mais encore chacune des autres molécules se meut, pourrait entraîner une augmentation de la valeur à retrancher au volume V dans l'équation de Clausius aussi considérable que le pense M. Meyer. Il me semble inadmissible qu'en raison de cette circons- [illegible] la valeur $\frac{1}{4}$ B dont, suivant [illegible] V dans la dite équation devrait être [illegible] toutes les molé- [illegible] immobiles, sauf la mo- [illegible]

[illegible] pour chacune des [illegible] diminuée en raison du [illegible] mouvement, et non [illegible] être mis en doute. [illegible] on le conçoit, le [illegible] des autres. [illegible] de temps, en ce [illegible] plus ladite [illegible] que ce nombre [illegible] molécules à [illegible] mouvement. [illegible] par Clausius.

cette augmentation n'a lieu que dans la proportion de 3 à 4 dans le cas où toutes les molécules du gaz auraient, par supposition, la même vitesse. Dans cette supposition là la liberté du déplacement dont dispose une molécule ne se trouverait ainsi réduite que dans la proportion de 4 à 3 en vertu de la circonstance que les autres molécules sont en mouvement et non en repos, lorsqu'on la compare avec la liberté qu'aurait de se mouvoir la même molécule dans le cas où, grâce à un dispositif quelconque, les autres molécules seraient maintenues dans l'immobilité.

Ainsi, en admettant la justesse de l'explication rapportée ci-dessus, que M. Meyer donne de la nécessité d'apporter une réduction au volume V dans l'équation de Clausius, et dans la supposition que les molécules ont toutes la même vitesse, on serait obligé d'attribuer à cette réduction la valeur $\frac{4}{3} \times \frac{1}{4}$ B, c'est-à-dire la valeur

$$\frac{1}{3} \text{B}.$$

Dans la réalité où ladite supposition ne se trouve évidemment pas réalisée, mais où les molécules ont des vitesses très différentes les unes des autres, la réduction à apporter au volume V n'aurait certes pas exactement une telle valeur. Toutefois il me semble impossible d'admettre qu'en raison de cette différence des vitesses moléculaires, celle-ci doive être augmentée dans l'énorme proportion de 1 à 3, augmentation qui serait nécessaire pour la rendre égale à la valeur B que lui donne M. Meyer. Ce qui en tout cas est certain, c'est que sa valeur ne sera pas aussi grande que B dans l'hypothèse que la répartition des vitesses moléculaires est dans le gaz celle qu'indique la loi de Maxwell, qu'elle y est donc celle que l'auteur y suppose vraiment exister, sinon à tout instant, au moins en moyenne pendant un petit

d'épaisseur $\frac{1}{2}\varrho$. J'ose même s dans le cours du vraiment permis de faire va[illegible]et, la longueur du chemin dans la dite équation le [illegible]ale à la fraction que d'ailleurs je cont[illegible] ci-dessus, obligé d[illegible] $\frac{1}{\sqrt{2}\,\pi\varrho^2 n}$, d'un accroissem[illegible] réduction, co[illegible]

Du rest[illegible]ntré Maxwell. une tell[illegible]supposition par contre que les molécules ont viens[illegible]même vitesse, on obtient pour la dite longueur la [illegible]

$$\frac{3}{4\,\pi\varrho^2 n}.$$

Par conséquent, en introduisant dans ses calculs la loi de Maxwell sur la répartition des vitesses moléculaires, on trouvera pour le nombre des chocs qu'une molécule du gaz reçoit des autres, en moyenne, pendant une unité de temps, une valeur qui est $\frac{1}{\sqrt{2}} \cdot \frac{3}{4}$ fois aussi grande que celle qu'on trouvera pour ce nombre en partant dans ses calculs de cette dernière supposition.

Or, cela étant, il est évident qu'en admettant la justesse de l'explication que M. Meyer donne de l'inexactitude de l'équation de Clausius, pour autant que cette inexactitude résulte du fait que dans la détermination de cette équation le volume propre des molécules du gaz a été négligé, on doit, dans la supposition que la loi de Maxwell règle la répartition des vitesses moléculaires, substituer au volume V, qui entre dans ladite équation, non pas le volume $V - B$, ainsi que le fait M. Meyer, mais le volume $V - \frac{3}{4}\sqrt{2} \cdot \frac{1}{3} B$, c'est-à-dire approximativement le volume

$$V - \frac{7}{20} B.$$

second motif pour ne pas voir dans
par ce savant celle qu'il s'agit de con-
je pourrais en joindre un troisième en-
je ne crois pas que cela soit nécessaire pour
acre le lecteur de la justesse de cette opinion de ma
part.

§ 4

J'examinerai en dernier lieu la détermination de l'équation 2 telle qu'elle a été faite par M. Boltzmann*.

A cet effet je désignerai avec ce savant par V l'espace enveloppé par les parois du vase qui contient le gaz, et par E la couche de V qui touche à ces parois et dont l'épaisseur est partout $\frac{1}{2}\varrho$; enfin je désignerai par E′ une seconde couche qui, dans l'espace V, est comprise entre deux surfaces S′ et S″, l'une et l'autre parallèles aux parois, respectivement aux distances $\frac{1}{2}\varrho$ et ϱ. La couche E′, qui touche la couche E suivant la surface S′, a donc, comme cette dernière, une épaisseur uniforme égale à $\frac{1}{2}\varrho$.

Ainsi que M. Boltzmann le fait remarquer avec raison, aucun centre de molécule ne saurait jamais être situé dans la couche E à cause de l'existence des parois, et l'auteur en déduit cette vérité évidente que, si à un certain instant les centres moléculaires étaient répandus uniformément dans le vase qui contient le gaz, l'espace commandé par les molécules aurait à cet instant dans la susdite couche E′, par unité de volume, moins d'étendue qu'il n'en aurait

* *Vorlesungen über Gastheorie.*

dans les parties du vase plus éloignées des parois que cette couche. Comme dans une note antérieure * j'entends ici et j'entendrai dans la suite par « espace commandé par une molécule à un certain instant », l'espace où à ce même instant ne saurait se trouver le centre d'aucune autre molécule, l'espace donc que M. Boltzmann, dans son ouvrage précité, appelle « *Deckungsraum eines Molekûles* ». Ainsi que je l'ai dit dans cette note antérieure, je crois devoir traduire l'expression allemande « einen Raum decken », qu'emploie cet auteur, par l'expression française « commander un espace » plutôt que par l'expression « couvrir un espace » qui en serait pourtant une traduction plus exacte.

Or, si j'ai bien compris le raisonnement qui a conduit M. Boltzmann à son équation, ce savant estime qu'une dissémination des molécules du gaz telle que celle dont je viens de parler, c'est-à-dire de manière que l'espace commandé par les molécules ne serait pas réparti uniformément dans la partie V—E du vase, ne saurait subsister longtemps, si, par hasard, en vertu d'une cause quelconque, elle se trouvait déterminée à un certain instant. C'est qu'une telle dissémination des molécules impliquerait, selon M. Boltzmann, la probabilité que dans les moments qui suivent le nombre des molécules dont le centre entre dans la couche E′ surpassera celui des molécules dont le centre sort de la même couche, et que cette probabilité entraînerait, d'après lui, l'accomplissement même de ce dernier fait. Selon l'auteur, on constaterait ainsi, dans les circonstances supposées, un accroissement graduel du nombre des centres moléculaires dans la couche E′, et cet accroissement persisterait jusqu'à ce qu'il y eût $n \frac{V}{V-B}$ de ces centres dans l'unité de volume de la tranche e de la dite couche — tranche infiniment mince que je suppose comprise entre la

surface S′ et une surface parallèle, éloignée de S′ de la distance dh — et jusqu'à ce qu'il y eût, par unité de volume, également plus de n, mais moins de $n\frac{V}{V-B}$ centres moléculaires dans les autres tranches e' e'' e''', etc., de la même couche E′, tranches comme e toutes infiniment minces et parallèles à la paroi.

A vrai dire, cette dernière évaluation, soit celle relative au nombre des centres de molécules qui finalement se trouveraient dans les tranches e' e'' e''', etc., M. Boltzmann ne la fait pas d'une façon explicite. Seulement la manière dont il détermine l'équation 2 montre clairement qu'il est d'accord avec elle ; pour préciser davantage, cette détermination montre que, selon l'auteur, l'état d'équilibre qu'il suppose finalement s'établir et ensuite subsister dans le gaz, implique un état de dissémination des molécules tel que le nombre de leurs centres diminue graduellement dans la couche E′, depuis sa tranche la plus voisine de la paroi e, où ce nombre serait, par unité de volume, de $n\frac{V}{V-B}$, jusqu'à sa tranche la plus intérieure, éloignée de la paroi de la distance ϱ, où il serait, par unité de volume, de n, tandis que dans les parties du gaz plus éloignées de la paroi que ϱ se trouveraient également partout n desdits centres par unité de volume.

Partant alors d'une telle évaluation, admettant en outre que dans tous les lieux du réservoir, jusque et y compris dans la tranche e, les molécules sont animées de vitesses dont une certaine fonction $\varphi(c)$ indique les différentes valeurs, et admettant encore que partout dans ces lieux chacune des différentes directions infiniment nombreuses de l'espace est suivie par un nombre égal de molécules, voire même par un nombre égal de molécules d'une même vitesse quelconque donnée, l'auteur cherche la quantité des molécules qui atteindront, en moyenne, pendant un élément

de temps dt avec une vitesse $> c$ et $< c + dc$ une certaine aire Ω de la paroi du réservoir dans une direction qui fait avec la normale à cette aire un angle $> \vartheta$ et $< \vartheta + d\vartheta$.

Il trouve pour cette quantité l'expression

$$(6) \quad \ldots\ldots\ldots \frac{1}{2} n \cdot \frac{V}{V-B} \Omega \, dh \, \varphi(c) \, dc \sin \vartheta \, d\vartheta.$$

Puis, parcourant la même voie que Clausius a suivie pour déterminer son équation, M. Boltzmann déduit sans peine de cette dernière expression l'équation 2, c'est-à-dire l'équation qu'il croit être celle qu'il s'agit d'établir.

Eh bien, si juste que puisse sembler la détermination dont je viens d'esquisser la marche, je ne pense pas qu'elle résiste à une critique sérieuse.

D'abord je fais remarquer que, bien que l'auteur ne le dise pas d'une façon explicite, la manière dont il établit le nombre $n \frac{V}{V-B}$ des centres moléculaires qui, selon lui, occuperaient, dans l'état d'équilibre intérieur du gaz, l'unité de volume de la tranche e, démontre clairement qu'il a basé sa détermination soit sur l'opinion que, dans cet état d'équilibre, l'espace commandé par les molécules est uniformément réparti dans tout le réservoir, à l'exception de la couche pariétale E d'épaisseur $\frac{1}{2}\varrho$, soit sur l'opinion que, dans cet état d'équilibre, la matière moléculaire elle-même se trouve répartie uniformément dans toute l'étendue V—E dont je viens de parler.

Or, il ne me sera pas difficile de faire ressortir que l'une aussi bien que l'autre opinion non seulement ne saurait se justifier au point de vue de l'hypothèse cinétique des gaz — hypothèse dont l'auteur part dans ses recherches — mais encore doit nécessairement être estimée fausse pour ce motif qu'une répartition rigoureusement uniforme dans

toute la susdite étendue V—E, soit de la matière moléculaire, soit de l'espace commandé par les molécules est, au point de vue géométrique, chose impossible.

Avant de faire la démonstration de cette dernière vérité, je veux pour un instant supposer que l'une et l'autre répartitions rigoureusement uniformes dans l'étendue V—E soient, au contraire, géométriquement possibles, et je demande alors à M. Boltzmann quels motifs il peut faire valoir pour estimer que de pareilles répartitions existent vraiment dans un gaz. Je doute fort qu'il soit capable d'en avancer un seul.

Pour ne parler d'abord que de la répartition de la matière moléculaire elle-même, je reconnais certes volontiers qu'on peut, qu'on doit même admettre que dans un gaz en état d'équilibre intérieur, cette matière se trouve uniformément répartie dans toute la partie du gaz qui est tant soit peu éloignée des parois, non pas assurément à chaque instant, mais en moyenne en la considérant pendant un laps de temps très long — et c'est évidemment de sa répartition moyenne durant un tel laps de temps qu'il peut seulement être question dans la recherche de M. Boltzmann. La raison en est que les diverses circonstances d'où relève la dissémination de la matière moléculaire dans le réservoir et qui établissent cette dissémination, à savoir le mouvement des molécules, et le jeu de leurs chocs, peuvent, considérées pendant une période de temps très longue, être estimées les mêmes dans tous les lieux de la susdite partie du gaz.

Mais on ne saurait en dire autant de ces circonstances telles qu'elles existent dans la partie du gaz tant soit peu éloignée des parois, lorsqu'on les compare avec celles qui se trouvent réalisées dans les couches voisines de ces dernières.

Qu'il y a une différence, une différence notable même, entre les premières circonstances et les dernières, M.

Boltzmann nous l'accordera sans doute volontiers, lui qui, dans son ouvrage précité, appelle précisément l'attention sur le fait que la couche E, contiguë à la paroi, ne peut jamais être occupée par aucun centre de molécule. Ce fait, en effet, implique forcément que toutes les molécules, dont le centre se trouve à une distance $> \frac{1}{2}\varrho$ et $< \frac{3}{2}\varrho$ de la paroi, ne peuvent être touchées par d'autres que sur une certaine partie de leur surface, partie d'autant plus petite que le centre de la molécule dont il s'agit est plus rapproché de la paroi. Or, comme une telle restriction de la partie tangible de leur surface n'existe pas chez les molécules du gaz dont le centre est plus éloigné de la paroi que $\frac{3}{2}\varrho$, il s'ensuit que dans la couche du gaz contiguë à la paroi et d'une épaisseur $\frac{3}{2}\varrho$, le jeu des chocs moléculaires et les effets de ce jeu doivent être estimés plus ou moins différents de ce qu'ils sont dans le reste du réservoir.

Mais, cela étant, on n'a pas le droit d'admettre que l'état moyen de la répartition de la matière moléculaire est le même dans toute l'étendue de l'espace V—E, car ce droit, je le répète, suppose et exige* que, considérées pendant une période de temps très longue, les différentes circonstances qui déterminent cette répartition, puissent être jugées, en moyenne, identiques dans toutes les parties du dit espace V—E.

Par un raisonnement analogue on s'assurera facilement qu'on n'a pas davantage le droit d'admettre l'existence d'une répartition rigoureusement uniforme dans toute l'étendue V—E susdite de l'espace qui est commandé par les molécules.

---

* Je n'aurai certainement pas besoin de le démontrer en ce lieu.

D'ailleurs, est-il bien vrai que la matière moléculaire ou bien l'espace commandé par les molécules serait dans toute ladite étendue V—E réparti d'une façon rigoureusement uniforme si dans le réservoir les centres des molécules étaient disséminés comme l'admet M. Bolztmann ?

J'ose affirmer que non, et, ce qui plus est, j'ose prétendre qu'une telle répartition uniforme dans toute l'étendue V—E, soit de la matière moléculaire, soit de l'espace commandé par les molécules, ne saurait jamais exister, quelle que soit la façon dont les centres moléculaires se trouvent répandus dans le réservoir.

Il ne me semble pas inutile de faire ici la démonstration de cette dernière vérité; évidemment cela me dispensera d'expliquer ma réponse négative à la question posée ci-dessus.

Lorsque le volume V du gaz est considérable par rapport au cube de la distance qui sépare en moyenne ses molécules — et dans les gaz auxquels on a affaire dans la pratique il en sera toujours ainsi — les parties du gaz tant soit peu éloignées des parois contiendront, par unité de volume, toutes très approximativement $\frac{N}{V-E}$ molécules; N étant, comme précédemment, le nombre total des molécules du gaz.

Car la modification que la densité du gaz éprouve dans le voisinage des parois en vertu du changement que la réflexion des molécules à leur surface détermine dans le jeu des chocs moléculaires*, cette modification, dis-je, ne saurait être suffisamment importante ni surtout s'étendre sur une couche assez épaisse pour que le nombre des molécules qui occupent l'unité de volume des dites parties du

* Dans ma présente note, je néglige la modification que la densité du gaz aurait subir dans la couche contiguë aux parois par suite de l'attraction que celles-ci exercent sur les molécules.

gaz tant soit peu éloignées des parois, pût, par l'effet de son existence, différer sensiblement de ce qu'il y serait sans elle, à savoir $\frac{N}{V-E}$.

Cela établi, désignons par ψ l'étendue de l'espace que commandent les molécules par unité de volume dans les parties tout à fait centrales du gaz.

Comme la couche pariétale E ne peut jamais renfermer aucun centre de molécule, une répartition parfaitement uniforme de l'espace commandé par les molécules dans toute l'étendue du réservoir (à l'exception de cette couche E) exigerait, entre autre, qu'il y eut plus de $\frac{N}{V-E}$ centres moléculaires par unité de volume dans une autre couche plus ou moins épaisse, E', comprise entre la surface S', qui limite la couche E du côté intérieur du gaz, et une surface Σ, parallèle à S', qui serait plus éloignée que celle-ci de la paroi du gaz. [Je désigne cette couche par E' afin de la distinguer de la couche E' dont il a été parlé précédemment, son épaisseur n'étant pas nécessairement la même que celle $\left(\frac{1}{2}\varrho\right)$ de cette dernière couche]. Si, en effet, ladite condition ne se trouvait pas remplie, l'espace commandé par les molécules dans les tranches e, e', e'', etc., de la couche E', immédiatement voisines de la couche E, serait, par unité de volume, moins grand que ψ, c'est-à-dire il y serait, par unité de volume, moins grand qu'il ne l'est dans les parties centrales du gaz. Le raisonnement dont M. Boltzmann accompagne ses calculs et que nous avons en partie reproduit précédemment, prouve d'ailleurs clairement que l'opinion de ce savant s'accorde entièrement avec cette appréciation de ma part. Mais, la condition indiquée ci-dessus étant satisfaite, il y aurait nécessairement entre la couche E' et les parties tout à fait centrales du gaz une autre couche, nommons-la E'', d'une épaisseur également plus ou moins

considérable, couche qui serait limitée, d'un côté, par la couche E' où, par unité de volume, se trouveraient plus de $\frac{N}{V-E}$ centres moléculaires, et, de l'autre côté, par un espace qui en contiendrait, par unité de volume, exactement $\frac{N}{V-E}$. L'espace commandé par les molécules serait donc dans cette couche E'' par unité de volume plus grand que ψ, c'est-à-dire il y serait plus grand qu'il ne l'est dans les parties tout à fait centrales du gaz.

Ainsi, comme je l'ai affirmé ci-dessus, les molécules d'un gaz ne pourront jamais être répandues dans le vase qui les contient de manière à ce que l'espace qu'elles commandent ait, par unité de volume, la même étendue dans toute la partie V—E de ce vase.

Evidemment il est permis de conclure de là : qu'il serait non seulement risqué, mais franchement irrationnel d'introduire la supposition d'une telle contingence irréalisable dans toute recherche qu'il faut mener avec une parfaite rigueur.

Qu'il sera également irrationnel d'introduire dans une telle recherche la supposition que la matière même des molécules se trouve uniformément répartie dans la susdite partie V—E du réservoir ; c'est là une conséquence par trop évidente du fait précédent pour que j'aie besoin de la faire ressortir encore.

Peu nous importe donc quelle ait été au fond l'opinion ou, pour mieux dire, la conception sur laquelle M. Boltzmann s'est basé pour déterminer le nombre des molécules m (ϑ, $d\vartheta$, c, dc), qui atteignent pendant un élément de temps une aire donnée des parois ! Que cette conception ait été celle que dans l'état d'équilibre intérieur d'un gaz l'espace commandé par les molécules ait, par unité de volume, la même grandeur dans toute la partie V—E du réservoir, ou celle que, dans cet état d'équilibre, la matière même des molécules se trouve dans cette partie V—E par-

tout uniformément répandue, dans l'un aussi bien que dans l'autre cas on ne saurait reconnaître la justesse de l'expression 6 obtenue par ledit auteur pour ce nombre.

Evidemment il suit de là que nous sommes en droit de rejeter, comme n'étant pas celle qu'il faut connaître, l'équation 2, qui est déduite de cette expression.

§ 5

En regard de l'examen que nous venons de faire des trois déterminations qui ont été effectuées de l'équation 2 — les seules, que je sache, qui existent — il pourrait sembler impossible d'établir l'équation qu'on désire connaître en parcourant, ne fût-ce que dans ses lignes essentielles, la même voie que Clausius a suivie pour trouver son équation. En d'autres termes, il pourrait sembler impossible d'établir l'équation à connaître en déterminant directement avec exactitude l'intensité de la pression que [illegible] vase qui contient un gaz éprouvent en vertu [illegible] mouvement des molécules, ainsi que l'ont [illegible] des susdites déterminations: [illegible], et, dans une certaine mesure, [illegible].

[illegible] un moyen pour atteindre [illegible] voie, ce moyen n'eût-il [illegible] théorique et non pra[illegible] [illegible] incapacité d'intégrer [illegible] saurait conduire [illegible] ment utilisable.

[illegible] de Clausius n'au-

[illegible] Clausius
[illegible] 13.
[illegible]
[illegible]
[illegible]

ait besoin d'aucune correction en vertu de la circonstance que les molécules du gaz occupent une certaine étendue et ne sont pas, comme Clausius l'avait admis dans sa détermination de cette équation, de simples points matériels, si dans les couches immédiatement voisines des parois la densité du gaz, le mouvement des molécules et le jeu de leurs chocs étaient exactement ce qu'ils sont dans les couches plus éloignées des parois; si, en d'autres termes, ils étaient dans les couches voisines des parois ce qu'ils y seraient dans le cas où, par supposition, les parois n'existeraient pas et où le gaz s'étendrait notablement au delà.

Evidemment je ferai cette démonstration si je réussis à montrer qu'en partant de la supposition susdite et en attribuant aux molécules du gaz une certaine étendue, on trouvera pour le nombre de celles qui, pendant un temps déterminé, atteignent dans une direction spéciale quelconque avec une vitesse spéciale, également quelconque, une certaine aire Ω de la paroi du gaz, exactement la même expression que Clausius a obtenue en assimilant les molécules du gaz à des points matériels sans volume.

A cet effet je fais remarquer que, si la fonction $q(c)$ indique l'abondance relative avec laquelle les différentes vitesses moléculaires c se trouvent en moyenne représentées dans le gaz, il y aurait, dans la susdite supposition, en moyenne, dans tout l'espace V, jusques et y compris dans la couche E, par unité de volume $\frac{1}{2} n \sin\vartheta\, d\vartheta\, q(c)\, dc$ molécules dont le mouvement s'effectue avec une vitesse $> c$ et $< c + dc$ dans une direction qui fait un angle $> \vartheta$ et $< \vartheta + d\vartheta$ avec la normale de l'aire Ω. Admettons, pour faciliter les considérations, que toutes ces molécules suivent, non seulement une même direction par rapport à cette dernière normale, mais encore une même direction absolue. D'après l'expression précédente nous pourrons alors représenter par

$$(7) \quad \ldots\ldots\ldots \frac{1}{2}\, n \sin\vartheta\, d\vartheta\, q\,(c)\, dc\, \Omega\, c\, \mathrm{T} \cos\vartheta$$

le nombre des molécules qui, animées du mouvement spécial que je viens d'indiquer, auraient, dans la supposition en question, leur centre à un même instant à l'intérieur d'un cylindre oblique Γ; cylindre dont l'axe est parallèle à la dite direction absolue, dont la base est la projection Ω' de l'aire Ω sur une surface S′, parallèle à cette aire et menée à travers le gaz à une distance $\frac{1}{2}\varrho$ de celle-ci, et dont l'axe a une longueur c T; T étant la durée de la période de temps, d'une longueur quelconque, pendant laquelle nous considérons l'aire Ω sous le rapport des chocs qu'elle reçoit des molécules qui s'y heurtent et s'y réfléchissent.

Or il est évident que dans le cas hypothétique où les molécules seraient dépourvues de volume et où elles ne pourraient donc jamais s'entrechoquer, l'aire Ω serait dans le cours de la période T touchée par la totalité des molécules du groupe G (ϑ, $d\vartheta$, c, dc) évaluées dans l'expression 7, et par aucune autre molécule de ce groupe, par aucune autre molécule m (ϑ, $d\vartheta$, c, dc), ainsi que je désignerai dans la suite chacune de ces molécules.

Eh bien, il ne sera pas difficile de prouver que, si l'on suppose que la paroi Ω est supprimée et que le gaz s'étend notablement au delà, si l'on suppose, en d'autres termes, que la densité du gaz, le mouvement des molécules et le jeu de leurs chocs sont dans les couches contiguës à la paroi Ω rigoureusement ce qu'ils sont dans les couches plus centrales du gaz, on pourra indiquer également par l'expression 7 le nombre exact des molécules m (ϑ, $d\vartheta$, c, dc) qui, pendant la période T, touchent dans la réalité l'aire Ω, où les molécules occupent une certaine étendue et où, par conséquent, elles s'entrechoquent inévitablement de temps à autre.

En effet, l'état d'équilibre intérieur du gaz, que dans la
résente recherche nous devons évidemment admettre,
omme nous l'avons admis dans nos critiques ci-dessus,
nplique ou plutôt suppose l'existence d'une pression cons-
nte dans toute l'étendue du gaz ; constante, bien entendu,
our autant qu'on est en mesure de le constater et de le
érifier par les moyens d'observation dont nous disposons
ctuellement, et non pas constante au sens rigoureux de
mot ; car une telle constance impliquerait une identité
arfaite de la dite pression à tous les instants successifs,
elque rapprochés qu'ils fussent — identité incompatible,
le conçoit, avec l'hypothèse cinétique des gaz dont nous
rtons. Or, pour qu'une pression constante se trouve
alisée dans tout le gaz, il faut que dans une partie quel-
nque de l'espace V les molécules qui sont animées d'une
esse spéciale, également quelconque, suivent en moyenne
ec une égale abondance toutes les différentes directions
ssibles, leur mouvement étant considéré pendant un
tit espace de temps Δt, trop court pour être perçu par
us et arbitrairement choisi dans le cours du temps.
ules les molécules occupant la couche de cet espace V
médiatement voisine aux parois ne sont apparemment
s soumises à une telle condition. Mais elles le seront,
es aussi, dans la supposition indiquée ci-dessus, c'est-à-
e lorsqu'on admet que la densité, le mouvement des
lécules et le jeu de leurs chocs sont dans ladite couche
actement ce qu'ils sont dans le reste de l'espace V.

Remarquons à présent que, pour être satisfaite, la con-
ion que nous venons de formuler exige non seulement
e, pendant chaque petit espace de temps Δt, le jeu des
cs moléculaires soit, en moyenne, le même dans toutes
parties de l'espace V d'égale étendue, mais encore que
ns le cours d'un tel espace de temps il passe dans une
ection déterminée quelconque un même nombre de mo-
ules, animées d'une vitesse spéciale, également quel-
nque, à travers deux aires de même étendue, prises à

volonté dans deux plans parallèles qu'on aurait menés par le gaz, dans une direction arbitrairement choisie, à une distance quelconque l'un de l'autre.

Or, faisons l'application de la seconde de ces conditions en ce qui concerne le passage des molécules du groupe G (ϑ, $d\vartheta$, c, dc) pendant un élément quelconque dt de la période de temps T susdite à travers les deux faces d'une tranche infiniment mince γ, tranche que coupent dans le cylindre oblique Γ deux plans, l'un et l'autre parallèles à la paroi Ω et éloignés de celle-ci respectivement de la distance h et de la distance $h-dh$. Vu la nature de la présente recherche, il sera en effet permis — je n'aurai certainement pas besoin de le démontrer — de supposer dans la dite application la durée du susdit temps Δt infiniment courte et la distance des deux plans parallèles, dont il a été parlé ci-dessus, infiniment petite.

Evidemment nous serons ainsi conduits à reconnaître que le nombre des molécules m (ϑ, $d\vartheta$, c, dc) dont le centre traverse dans le cours du temps dt la face de la tranche γ tournée vers l'intérieur du gaz, est égal au nombre des molécules m (ϑ, $d\vartheta$, c, dc) dont le centre traverse pendant le même temps la face de cette tranche qui regarde la paroi Ω.

Soit maintenant dt_1 le nombre des molécules du groupe G (ϑ, $d\vartheta$, c, dc) ayant leur centre dans la tranche γ à l'instant t, lesquelles molécules n'appartiendront plus à ce groupe à l'instant $t + dt$ par suite d'un choc survenu pendant le temps dt avec quelque autre molécule du gaz; et soit dt_1' le nombre des molécules qui, n'appartenant pas au dit groupe à l'instant t, en feront cependant partie au moment $t + dt$ en vertu de la même cause, c'est-à-dire également par suite d'un choc produit dans le cours du temps dt avec quelque autre molécule, et cela bien au moment où leur centre occupait la tranche γ.

Alors il est aisé de voir que la susdite égalité des deux

quantités des molécules $m\ (\vartheta,\ d\vartheta,\ c,\ dc)$ qui respectivement, traversent l'une et l'autre des faces de la tranche γ pendant le temps dt, implique nécessairement celle de ces deux nombres dn_i et dn_i'. Si, en effet, ceux-ci n'étaient pas égaux, on serait, en regard de la première égalité, obligé de conclure que les molécules $m\ (\vartheta,\ d\vartheta,\ c,\ dc)$ dont le centre occupe la tranche γ au moment $t + dt$ sont, soit plus nombreuses, soit moins nombreuses que les molécules $m\ (\vartheta,\ d\vartheta,\ c,\ dc)$ qui ont leur centre dans cette tranche au moment t. Une telle conclusion cependant est incompatible avec la supposition de l'équilibre intérieur du gaz dont nous partons, supposition qui implique évidemment que le nombre des molécules d'un groupe moléculaire quelconque lesquelles sont situées dans une portion déterminée du gaz demeure stationnaire.

Or, si ν_i et ν_i' représentent respectivement la somme de toutes les valeurs dn_i et celle de toutes les valeurs dn_i', auxquelles donnent lieu, aux premières comme aux dernières, la totalité des tranches γ que contient le cylindre Γ et l'ensemble des éléments dt dont est composée la période de temps T, l'égalité des nombres dn_i et dn_i' que nous venons de constater, permet, on le conçoit, d'admettre également celle de ces deux nombres ν_i et ν_i'. Mais, d'après ce qui a été dit ci-dessus, il faut représenter par

$$\frac{1}{2}\, n \sin\vartheta \cos\vartheta c\, \mathrm{T}q\,(c)\, \Omega\, d\vartheta\, dc = \nu_i + \nu_i'$$

le nombre des molécules $m\ (\vartheta,\ d\vartheta,\ c,\ dc)$ qui atteignent l'aire Ω dans le cours de la période de temps T. Par conséquent, ce nombre est exactement le même que celui des molécules $m\ (\vartheta,\ d\vartheta,\ c,\ dc)$, dont le centre occupe le cylindre Γ au premier instant de cette période, c'est-à-dire que le nombre indiqué plus haut sous 7 ; vérité que je voulais démontrer.

Cette conclusion, ne l'oublions cependant pas, repose

expressément sur le droit de faire la susdite supposition spéciale quant à la densité, au mouvement des molécules et au jeu de leurs chocs dans les couches du gaz immédiatement voisines de la paroi Ω, tandis qu'il est aisé de voir qu'une telle supposition ne s'accorde avec les faits que d'une façon approximative. Or c'est dans cette circonstance que réside la cause de l'extrême difficulté de la présente recherche.

Si, à la rigueur, il est permis d'attribuer la même densité aux couches voisines et aux couches éloignées des parois*, on ne saurait pourtant admettre que le mouvement des molécules et le jeu de leurs chocs soient dans les premières couches exactement ce qu'ils sont dans les dernières. (Il s'agit, bien entendu, de la condition moyenne de ce mouvement et de ce jeu des chocs, considérés pendant un espace de temps très long).

En effet, il est clair que, parmi les chocs que recevraient des autres molécules celles dont le centre occupe les couches précédemment désignées par E′ et E″ dans le cas où, par supposition, la paroi Ω ferait défaut et où le gaz s'étendrait notablement au delà **, un certain nombre ne se produisent pas dans la réalité où, à cause de l'existence de cette paroi, il n'y a dans la couche E jamais aucun centre de molécule.

Soit K le nombre de ces chocs non produits en réalité pendant la période de temps T dans la partie desdites couches E′ et E″ qui est située dans le cylindre Γ; et admettons que, parmi les K chocs non produits, il y en

* Je rappelle que dans cette note je ne tiens aucun compte de la modification que la densité du gaz dans les couches voisines des parois pourrait éprouver en vertu de l'attraction que celles-ci exercent sur les molécules.

** La courbe E′ est située entre les surfaces S′ et S″ menées parallèlement à la paroi respectivement aux distances $\frac{1}{4}\rho$ et ρ, la couche E″ entre les surfaces S″ et S‴ menées parallèlement à la paroi respectivement aux distances ρ et $\frac{3}{4}\rho$.

ait k auxquels auraient participé — s'ils avaient pu s'accomplir — des molécules m (ϑ, $d\vartheta$, c, dc). En s'accomplissant, ces k chocs auraient apparemment appauvri le groupe G (ϑ, $d\vartheta$, c, dc) d'un nombre de k molécules. Puis, admettons encore que, parmi lesdits K chocs non produits, un nombre de k' se seraient accomplis, s'ils avaient pu se produire, de manière qu'après le choc l'une des deux molécules en contact aurait acquis la vitesse et la direction du mouvement des molécules m (ϑ, $d\vartheta$, c, dc). Evidemment ces k' chocs-là, en s'accomplissant, auraient enrichi le groupe G (ϑ, $d\vartheta$, c, dc) d'un nombre de k' molécules ; k' étant, comme k, une valeur infiniment petite par rapport à K.

Comme en réalité la présence de la paroi Ω empêche tous ces chocs, les chocs k comme les chocs k', de se produire, il faudra ajouter à l'expression 7 trouvée ci-dessus, la valeur k, puis retrancher de leur somme la valeur k'. si l'on désire connaître l'expression exacte du nombre des molécules m (ϑ, $d\vartheta$, c, dc) qui atteignent l'aire Ω dans le cours du temps T. Ce nombre exact sera donc indiqué par l'expression

$$\frac{1}{2}\, n \sin\vartheta \cos\vartheta c \,\mathrm{T}q\,(c)\,\Omega\, d\vartheta\, dc + k - k'.$$

Malheureusement l'évaluation des deux valeurs k et k' est extrêmement difficile, si, dans l'état actuel du calcul intégral, elle n'est pas absolument impossible, et cela alors même qu'on attribuerait aux molécules du gaz la forme sphérique. Le lecteur s'en convaincra s'il veut bien nous suivre dans la recherche de la première de ces valeurs, recherche dont nous voulons au moins ici exposer la marche pour le cas où les molécules auraient vraiment ladite forme.

D'abord, faisant la supposition que la paroi Ω n'existe pas, et que le gaz s'étend notablement au delà, on calculera le nombre v des chocs qui, pendant un élément de

temps dt, auront lieu entre les molécules du groupe $(G\,\vartheta,\ d\vartheta,\ c,\ dc)$ dont le centre occupe au premier instant t de cet élément de temps la susdite tranche γ du cylindre Γ, et les autres molécules du gaz.

Pour effectuer ce calcul, il faut connaître la longueur du chemin moléculaire moyen, et cette longueur ne saurait être établie à moins d'être renseigné sur la répartition moyenne des vitesses moléculaires qui existe dans le gaz. Or, afin de pouvoir atteindre notre but et esquisser la recherche dont il s'agit, nous allons supposer que cette répartition soit celle qu'indique la loi de Maxwell.

Dans cette supposition le chemin moléculaire moyen a une longueur $\dfrac{1}{\sqrt{2}\,\pi\varrho^2 n}$, ainsi que Maxwell lui-même l'a montré. Or le centre d'une molécule $m\,(\vartheta\ d\vartheta,\ c,\ dc)$ parcourt pendant le temps dt une distance cdt : et, comme il y a en moyenne $\frac{1}{2}\,n \sin\vartheta\, d\vartheta\, \psi(c)\, dc\, dh\, \Omega$ de ces centres dans la tranche γ, l'ensemble de ceux-ci parcourront pendant le dit temps une longueur

$$\frac{1}{2}\,n \sin\vartheta\, d\vartheta\, \varphi(c)\, dc\, dh\, \Omega\,.\,cdt\,.$$

Il est donc évident que le nombre v des chocs en question sera indiqué par la fraction

$$\frac{\frac{1}{2}\,n \sin\vartheta\, d\vartheta\, \varphi(c)\, dc\, dh\, \Omega\, cdt}{\dfrac{1}{\sqrt{2}\,.\,\pi\varrho^2 n}}$$

A présent on évaluera, parmi ces v chocs, le nombre δ de ceux qui se [illegible] entre les molécules $m\,(\vartheta,\ d\delta,\ c,\ dc)$ et celles de quelque autre groupe moléculaire, tel que, par exemple, [illegible] $(\vartheta,\ d\delta,\ \psi,\ d\psi,\ c',\ dc')$, lequel groupe contient, [illegible] toutes les molécules du gaz [illegible] voisent à un même instant, de près et de loin, avec

une vitesse $> c'$ et $< c' + dc'$ et sous un angle $> \delta$ et $< \delta + d\delta$ les molécules m (ϑ, $d\vartheta$, c, dc), tandis que le plan passant par la direction de leur mouvement et par celle du mouvement de ces dernières molécules ferait un angle $> \psi$ et $< \psi + d\psi$ avec un certain plan de repère P, plan mené, dans la pensée, parallèlement et à la direction dite en dernier lieu et à une autre direction, choisie à volonté.

Soit p le produit du nombre q des molécules du groupe G (δ, $d\delta$, ψ, $d\psi$, c', dc') dont le centre occupe la tranche γ au moment t, par la vitesse v de ces molécules relativement aux molécules m (ϑ, $d\vartheta$, c, dc); et soit p' le produit du nombre total des centres moléculaires qui sont au dit moment t situés dans la même tranche γ, par la vitesse v'' ue les molécules m (ϑ, $d\vartheta$, c, dc) possèdent en moyenne elativement aux autres molécules du gaz.

Il est alors facile de voir que le nombre ξ à connaître se pportera au nombre v comme se rapportent l'un à l'autre deux produits p et p'.

Or la vitesse V a pour expression

$$\sqrt{c^2 + c'^2 + 2cc' \cos\delta},$$

si c_m est la vitesse moyenne des molécules du gaz, la sse v'' pourra évidemment être déterminée à l'aide de uation

$$nv'' = \int_0^{\pi} \frac{1}{2} n \sin\delta \, d\delta \sqrt{c^2 + c_m^2 + 2cc_m \cos\delta};$$

i l'on tirera pour sa valeur

$$v'' = \frac{3c^2 + c_m^2}{3c}.$$

Quant au nombre des molécules désignées ci-dessus par q, a apparemment pour expression

$$\frac{1}{2}\, n \sin\delta\, d\delta\, \frac{d\psi}{2\pi}\, \varphi(c')\, dc'\, \Omega\, dh .$$

Par conséquent le nombre ξ à connaître peut être indiqué par

$$(8) \quad \ldots\ldots \xi = \frac{3\sqrt{2}}{8} \cdot \frac{c^2}{3c^2 + c_m^2}\, \varrho^2 n^2 \sin\vartheta \sin\delta\varphi(c)\varphi(c').$$
$$.\,\Omega \sqrt{c^2 + c'^2 + 2cc'\cos\delta}\, dc\, dc'\, dh\, dt\, d\vartheta\, d\delta\, d\psi .$$

Remarquons à présent qu'en vertu du fait que la couche E ne peut contenir aucun centre moléculaire, les molécules du groupe $G(\vartheta, d\vartheta, c, dc)$ dont le centre se trouve dans la tranche γ ne sauraient jamais être touchées par d'autres molécules en un point de leur surface plus rapproché de la paroi Ω que $\frac{1}{2}h + \frac{1}{4}\varrho$. (Le lecteur s'en convaincra aisément au moyen d'un dessin.) Par conséquent, afin d'évaluer le nombre k — but de notre présente recherche — il faudra déterminer parmi les ξ molécules $m(\vartheta, d\vartheta, c, dc)$ qui participent aux ξ chocs dont nous venons d'établir l'expression, le nombre de celles qui, dans ces chocs, seraient touchées en un tel point de leur surface, plus voisin de la paroi Ω que $\frac{1}{2}h + \frac{1}{4}\varrho$, dans le cas imaginaire où, par supposition, cette paroi ferait défaut et où le gaz s'étendrait notablement au delà.

Soit $\frac{1}{\eta}\xi$ ce nombre, dont l'expression analytique contiendra évidemment les mêmes sept variables c, c', h, t, δ, ϑ et ψ que contient l'expression 7. Une fois connue on n'aura plus qu'à intégrer cette expression par rapport aux dites sept variables, entre les limites convenablement choisies; à savoir les vitesses c et c', chacune, entre 0 et ∞; la distance h des centres des molécules $m(\vartheta, d\vartheta, c, dc)$ à la paroi entre $\frac{3}{2}\varrho$ et $\frac{1}{2}\varrho$; le temps t entre le premier

et le dernier instant de la période T, respectivement les instants t_0 et $t_0 + T$; l'angle ϑ entre 0^0 et 90^0; enfin, les deux angles δ et ψ entre des valeurs qui dépendront de celles qu'on aura supposées aux variables c, c', h et ϑ.

Or, afin de trouver l'expression du produit $\frac{1}{q}\xi$, on imaginera un plan passant par un point quelconque de l'espace dans une direction normale au mouvement des molécules du groupe G (δ, $d\delta$, ψ, $d\psi$, c', dc') par rapport à une des susdites ξ molécules m (ϑ, $d\vartheta$, c, dc), choisie à volonté; et l'on projettera sur ce plan tous les éléments de la surface de cette dernière molécule lesquels sont plus rapprochés de la paroi Ω que $\frac{1}{2}h + \frac{1}{4}\varrho$. Si ω est l'étendue de l'ensemble de ces projections, qui apparemment constituent une seule aire continue, la fraction $\frac{\omega}{\frac{1}{4}\pi\varrho^2}$ indiquera, on le conçoit, la probabilité p pour que, dans la supposition que la paroi Ω n'existerait pas et que le gaz s'étendrait notablement au delà, ladite molécule m (ϑ, $d\vartheta$, c, dc) deviendrait, dans une rencontre avec une des molécules du groupe G (δ, $d\delta$, ψ, $d\psi$, c', dc'), touchée en un des éléments de sa surface dont il vient d'être parlé. Or il est clair que la fraction ci-dessus désignée par $\frac{1}{q}$, n'est autre que la valeur de cette probabilité p. Pour atteindre le but, il sera donc indispensable d'évaluer l'étendue ω qui constitue le numérateur de la fraction $\frac{\omega}{\frac{1}{4}\pi\varrho^2}$.

Eh bien, pour certaines valeurs des variables c, c', h, etc., l'aire ω a pour périmètre un arc d'ellipse dont les deux extrémités sont réunies par un arc de cercle; et dans ces circonstances l'expression analytique de son étendue devient d'une longueur extrême, trop grande pour être

consignée en ce lieu, plusieurs de ses termes étant en outre d'une composition fort compliquée. Aussi est-il à craindre que, dans l'état actuel du calcul intégral, les mathématiciens ne réussiront pas mieux que je ne l'ai fait dans la détermination de la valeur de la sextuple intégrale du produit de l'expression 8 par une fraction, ladite fraction $\frac{\omega}{\frac{1}{4}\pi\varrho^2}$, dont le numérateur renferme des termes aussi compliqués que je viens de le dire.

Lorsqu'on essaie d'évaluer le nombre k', on se heurte à des difficultés d'intégration plus grandes encore que celles qui s'opposent à l'évaluation du nombre k, et voilà pourquoi j'ai ci-dessus cru pouvoir exprimer un doute sérieux au sujet de la possibilité de déterminer l'équation désirée en suivant la méthode dont s'est servi Clausius. Car je ne pense pas qu'en outre de la voie exposée plus haut il en existe une autre encore par laquelle on pourrait, conformément à cette méthode, calculer directement avec une exactitude, sinon rigoureuse, au moins très approximative, la valeur de la pression que les molécules d'un gaz exercent sur les parois du vase qui le contient.

Je termine par faire remarquer qu'on réduirait notablement les difficultés de l'intégration que comporte la voie en question en supposant que la répartition des vitesses moléculaires dans le gaz soit indiquée par une loi plus simple que celle de Maxwell, par exemple, par la loi dont la courbe sinussoïdale serait l'expression analytique. Surtout faciliterait-on les calculs si l'on supposait que les molécules du gaz ont toutes la même vitesse. Mais on sacrifierait alors en grande partie la rigueur que, par la méthode décrite ci-dessus, on désire précisément donner à la détermination de l'équation à établir.

SUR LA FRÉQUENCE DANS LES ALPES DE GORGES ÉPIGÉNÉTIQUES

ET SUR L'EXISTENCE DE BARRES CALCAIRES DE QUELQUES VALLÉES SUISSES

PAR

Maurice LUGEON,

Professeur à l'Université de Lausanne.

Planches V à XIII.

J'ai été frappé, en suivant les cours d'eau des Alpes, de la répétition très fréquente d'un phénomène dû aux actions glaciaires et à l'érosion, sur lequel on n'a pas encore assez attiré l'attention, bien qu'il donne un caractère spécial aux tronçons de vallées qui en sont le siège [1].

Dans ses remarquables travaux sur les extensions glaciaires dans le nord de la Suisse, DuPasquier [2] avait remarqué que les grands cours d'eau, comme le Rhin et l'Aar, présentent de place en place des seuils rocheux mis à jour, dans la basse terrasse, à la suite de l'enfoncement de ces cours d'eau.

Ces affleurements de roche en place représentent-ils l'ancien lit rocheux du fleuve avant la phase de comblement de la troisième glaciation ?

L'existence de l'alluvion à un niveau inférieur à celui du

[1] Ce court travail formait un chapitre, que j'ai modifié, d'un manuscrit couronné par l'Académie des Sciences de l'Institut de France (Prix de géographie physique 1900, Fondation Gay). Un résumé des autres chapitres paraîtra dans les numéros de 1901 des *Annales de géographie*.

[2] L. DuPasquier, *Sur le déplacement des cours d'eau pendant l'époque quaternaire*. « Bull. soc. des sc. nat. de Neuchâtel », T. XVIII. 1889-1890.

seuil, en amont comme en aval, de même que la présence de ces seuils, surtout là où le cours d'eau ne suit plus l'axe de la vallée, ces deux circonstances ont fait penser avec juste raison à DuPasquier que la roche n'est pas celle du fond de l'ancienne vallée, mais qu'elle appartient à l'un de ses flancs.

Pendant la phase d'avancement des glaciers, les vallées se sont comblées petit à petit ; les rivières abandonnant leurs lits rocheux se sont mises à couler sur un sol d'alluvion toujours plus épais et toujours plus large. Mais à partir du début de recul des glaces, la phase de comblement a pris fin et les rivières se sont enfoncées verticalement dans cette alluvion de la basse terrasse. Elles n'ont pas toujours retrouvé l'ancien thalweg ; en divaguant sur la basse terrasse elles n'ont pas toujours creusé leur nouveau lit au-dessus de l'ancien. Une fois fixée dans l'alluvion, la nouvelle direction du cours d'eau a donc dû s'imposer à toutes les conditions topographiques du sous-sol rocheux. Ces cas d'épigénie, suivant l'expression de de Richthofen, sont presque toujours caractérisés dans les plaines par des rapides. En cherchant à fixer sa courbe d'équilibre, le cours d'eau scie difficilement le promontoire rocheux ; il y tourbillonne, tandis qu'en amont et en aval dans l'alluvion, la rivière est plus tranquille.

Dans les vallées des Alpes, envahies moins par l'alluvion fluvio-glaciaire que par les moraines, le phénomène de surimposition, tout semblable comme mécanisme, prend souvent, grâce à la forme plus encaissée de ces vallées, un caractère autrement plus grandiose que dans les plaines. En effet, le déplacement se fait sentir sur des cours d'eau qui n'ayant pas encore fixé leur courbe d'équilibre coulaient déjà dans des vallées en forme de V ; la nouvelle section très jeune se caractérise alors par des parois fréquemment verticales, donnant lieu ainsi à des gorges étroites souvent infranchissables.

LA VALLÉE DE LA MORGE (Valais)

gauche de la chapelle de Corbelin, ancien thalweg comblé par la moraine

Les quelques exemples que je puis accompagner de photographies montreront bien cet aspect remarquable que le phénomène de surimposition glaciaire donne aux vallées alpines.

En plan, l'épigénie est presque toujours caractérisée par un coude du cours d'eau. C'est ce qui du reste se produit aussi dans les plaines ; les rapides des seuils rocheux se présentent fréquemment là où la rivière faisant une forte inflexion est venue atteindre les flancs de l'ancienne vallée.

1° Exemple du torrent de la Morges.

Des hauteurs du Sanetsch, dans les Alpes bernoises, descend vers le Rhône la profonde vallée de la Morges [1]. Le cours d'eau coule entre de hautes parois jusqu'à Daillon où elles s'abaissent quelque peu. Le versant droit de la vallée est couvert de moraines et d'éboulis, tandis que le flanc gauche montre au contraire partout la roche à nu sauf sous la chapelle de Notre-Dame de Corbelin où un épais manteau de moraine profonde domine le torrent. Le sentier de Sanetsch traverse ces dépôts quaternaires qui forment comme une sorte de terrasse.

Mais lorsque l'on est placé sur un point quelconque des escarpements de la rive droite et que l'on examine par un jour favorable la partie aval de ce placard de terrains morainiques, on reste saisi devant le caractère schématique de la dérivation du cours d'eau par ce barrage glaciaire. (Pl. V.)

Je ne connais point, sauf peut-être dans le bas de la vallée d'Hermence, un exemple aussi élémentaire de vallées de surimposition morainique. Tout est visible ici. L'ancienne vallée en forme de V apparaît entièrement jusqu'au

[1] Voir Atlas Siegfried, feuille Saint-Léonard (481).

thalweg, remplie par la moraine, tandis qu'à côté la nouvelle vallée, une gorge aux parois escarpées, fait un coude pour éviter son ancien tracé.

Le glacier de la Morges a rempli la vallée par les débâcles qu'il transportait. Lorsqu'il s'est retiré, le cours d'eau a trouvé une voie qui n'était pas superposée à l'ancienne. Alors, en sciant son lit, il a rencontré la roche en place et abandonné pour toujours son ancien tracé, lequel, grâce à deux coudes du nouveau, apparaît suspendu, pour ainsi dire, sur les flancs de la gorge.

2° Exemples de la Vallée de la Drance du Biot (Haute-Savoie).

La vallée de la Drance du Biot, dans le Chablais, a donné naissance à un glacier puissant qui a formé ces énormes alluvions fluvio-glaciaires de la partie inférieure de la vallée, en aval du pont de Bioge [1]. Les affleurements du Trias et du Lias, sur lesquels la rivière tourbillonne dans cette partie inférieure du cours, ne forment sans doute point l'ancien plancher rocheux de la vallée avant la phase de comblement. On ne peut cependant en être certain.

Mais, plus haut, les phénomènes de surimposition morainique sont particulièrement remarquables.

En examinant la carte, on voit que, en aval du Jotty, la Drance fait une boucle très nettement marquée : Ce là le résultat d'un déplacement dû à l'encaissement de vallée par l'alluvion, ainsi qu'on peut très bien en ju en traversant, au-dessus de la route, le promontoire c tourné par le torrent. Au Jotty, à quelque deux cen mètres en aval des maisons, on constate encore une so de petit col qui est un ancien tracé de la rivière avant s rejet sur la droite. La vallée s'ouvre entre la Baume et

[1] Voir Carte [illegible] de France au [illegible], feuille Thonon (156).

ée de la Dranse du Biot (Chablais) en aval de St-Jean d'Aulph. (Vue prise de l'aval vers l'amont.)
A droite gorge actuelle; à gauche thalweg occupé par l'alluvion glaciaire.

e de la Dranse sur Biot en aval de St-Jean d'Aulph. (Vue prise de l'amont vers l'aval.) A gauche
gorge naturelle; à droite ancien thalweg occupé par l'alluvion glaciaire.

ROYAL
SOCIETY

Biot. Des moraines considérables s'étalent sur le Crétacique et le Flysch. Là encore la Drance n'a pu retrouver son ancien lit, elle a fui vers la gauche et a dû s'encaisser dans une gorge profonde que la route franchit au-dessous du Biot.

Mais l'exemple le plus remarquable que présente cette belle vallée est, sans nul doute, celui offert par la gorge d'Ombre en aval de Saint-Jean.

Cette gorge, taillée dans le Crétacique, déjà bien remarquable par elle-même, a été entièrement comblée par les alluvions et les moraines, ainsi qu'en témoignent de nombreux débris quaternaires que l'on observe soit dans la gorge elle-même, soit sur les flancs montagneux qui la dominent.

Or, déjà bien resserrée, la gorge se rétrécit encore vers l'amont. Il n'y a même plus la place suffisante pour la route, tant la Drance coule en une étroite fissure aux parois absolument verticales.

A côté, un col, plus bas que le haut de la fissure, semblerait avoir dû attirer les eaux, d'autant plus qu'il est taillé dans un amas considérable de matériaux facilement délitables, alluvions et moraine. C'est là l'ancien chemin de la Drance. Comblé à une altitude supérieure à celle du haut de la fente étroite, le cours d'eau a dû, en recommençant à s'enfoncer après la phase de comblement, scier l'éperon rocheux au-dessus duquel se trouvait le point bas de la nappe de débris de l'époque glaciaire qui remplissait totalement la gorge.

Aujourd'hui, l'ancien thalweg comblé, coupé obliquement vers l'aval par le nouveau, s'ouvre petit à petit sous l'influence du ruissellement et de l'action des frimas. (Fig. 1, Pl. VI.) Il est vrai que l'homme y contribue en exploitant les graviers.

Ainsi l'ancien chemin comblé se rouvrira un jour, et l'on verra une voie largement ouverte dédaignée par le cours d'eau s'écoulant en gorge étroite.

Observé du côté amont, le spectacle est encore plus saisissant, car on peut l'embrasser d'un seul coup d'œil; le barrage se présente sous l'aspect d'un tapis de verdure aux contours arrondis, tandis qu'à côté s'ouvre la gorge étroite, sombre, infranchissable, où l'eau imprime avec rage dans le roc les pas de vis des marmites de géant. (Fig. 2, Pl. VI.)

Comme on peut en juger par ces exemples, la Dra[illegible] du Biot a subi des vicissitudes multiples à cause du c[illegible] blement de sa vallée par les moraines et les alluv[illegible] fluvio-glaciaires.

3° Exemple du Chéran.

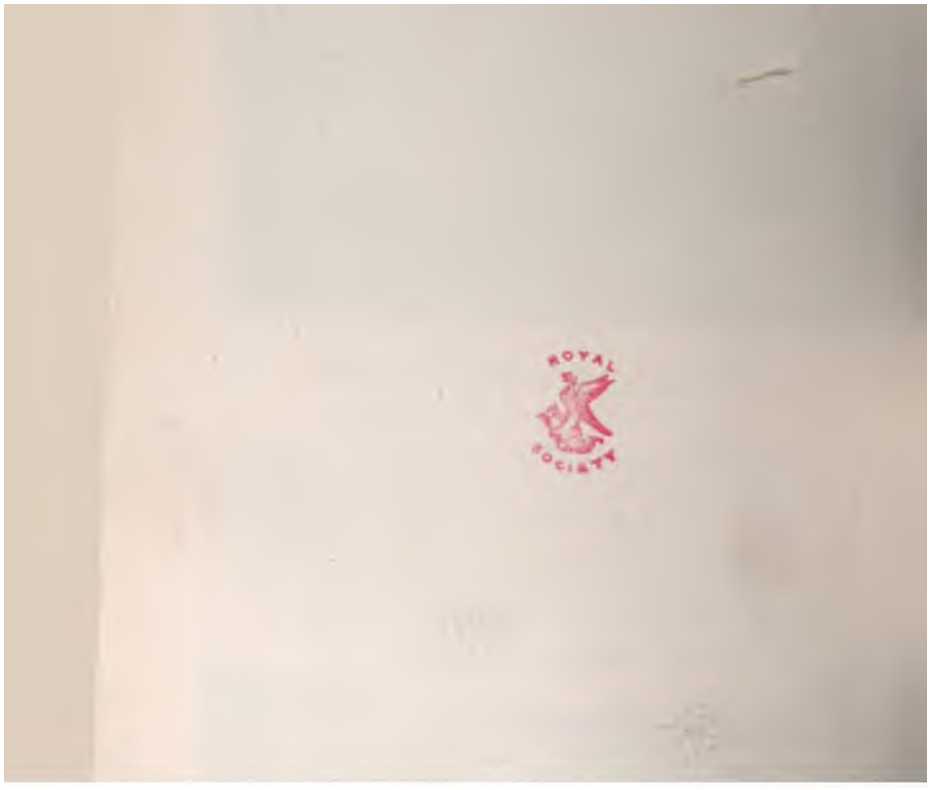
A l'endroit où le Chéran sort des Bauges pour entr[illegible] dans la région des collines molassiques, il s'encaisse dans une gorge à travers le pli du Semnoz, gorge particulièrement profonde dans la partie aval. Elle est célèbre dans la contrée. En effet, le Chéran coule en traversant une barre urgonienne aux parois très rapprochées, hautes d'une centaine de mètres. C'est là qu'est le fameux Pont de l'Abîme. (Pl. VII).

En suivant la route du flanc gauche de la vallée, de même que, sur le même versant, lorsque l'on se dirige vers le Pont, on constate une énorme accumulation de matériaux glaciaires. Une moraine frontale considérable barre la vallée. Lorsque le cours d'eau prend contact avec la partie amont de la moraine, il change légèrement de direction en s'appuyant vers la droite. (Pl. VIII.) Incontestablement, la moraine remplissait jadis la vallée, qui a été recreusée par le Chéran.

Lorsque l'on est placé sur ce promontoire morainique et qu'on regarde en aval vers le Pont de l'Abîme (Fig. 1, Pl. VII), on devine très bien, à gauche de la profonde coupure, la région de l'ancien lit occupée par les terrains glaciaires.

ée de la Dranse du Biot (Chablais) en aval de St-Jean d'Aulph. (Vue prise de l'aval vers l'amont.)
A droite gorge actuelle; à gauche thalweg occupé par l'alluvion glaciaire.

ée de la Dranse *sur Biot en aval de St-Jean* d'Aulph. (Vue prise de l'amont vers l'aval.) A gauche *gorge naturelle; à droite ancien thalweg* occupé par l'alluvion glaciaire.


ROYAL
SOCIETY

e du Chéran (Savoie), sortie de la gorge de Bauge. Coude du torrent à la rencontre de la moraine du pont de l'Abîme.

La vallée du Hasli. Plaine d'alluvion de Meiringen. Le Kirchet au premier plan. *Photographie prise du* Krähenburg.

ROYAL
SOCIETY

Sans aucun doute, toute la partie de la vallée située en aval de la barre glaciaire, et du coude qu'elle détermine, est une vallée épigénitique des plus typiques. Le Chéran a dérivé vers la droite, car là se trouvait le point bas de la masse de comblement. Il a dû alors se creuser cette gorge particulièrement étroite pour fixer, au plus vite, avec le minimun de travail, sa courbe d'équilibre qu'il n'a, du reste, pas encore atteinte.

Là encore, comme dans les autres exemples que nous avons cités, se réunissent ces trois éléments morphologiques qui sont ou cause ou effet : coude du cours d'eau, gorge profonde et monticule morainique.

En amont, la difficulté qu'a eue le torrent à se creuser un lit dans le calcaire dur de l'Urgonien s'est traduite par un comblement de la gorge par des alluvions qui forment aujourd'hui terrasse.

4° Exemple de la Baye de Montreux.

La Baye de Montreux, ce torrent si connu de tous ceux qui séjournent sur les bords du haut Léman, à cause du caractère si pittoresque des gorges du Chauderon qu'il a creusées, présente de remarquables exemples d'épigénie.

Lorsque l'on remonte les gorges du Chauderon, profondément taillées dans les rochers du Lias inférieur, on constate que la vallée s'élargit subitement sitôt que l'on atteint les schistes du Lias supérieur; mais, en même temps, le Glaciaire devient extrêmement abondant. De là, jusque très haut dans la vallée, les dérivations du cours d'eau, sous l'influence du remplissage morainique, ont été nombreuses. Elles se sont produites chaque fois que le thalweg de la vallée morainique ne coïncidait plus, verticalement, avec le thalweg rocheux antéglaciaire. Chaque fois, le torrent s'est encaissé en plein roc, laissant à gauche ou à droite son ancien parcours. Presque toujours, la surimposition se recon-

naît à la forme de la gorge et à la disymétrie des affleurements du terrain glaciaire des deux côtés de la vallée.

L'examen de la carte (Pl. IX) montre, sous ce rapport, le caractère vraiment remarquable de la vallée de la Baye de Montreux.

Au Cerisier, un puissant manteau de glaciaire tapisse la rive gauche jusqu'au torrent, tandis que, sur le versant opposé, des pentes très rapides de schistes du Lias supérieur s'élèvent, dominées par le Glaciaire. Sans nul doute, l'ancienne vallée préglaciaire est ici, cachée dans les flancs du versant gauche. On la devine encore lorsque l'on parcourt la région. Il semble qu'un tassement de la moraine s'est produit sur son tracé. Le nouveau chemin qu'a choisi le torrent est taillé en gorge. (Fig. 1, A).

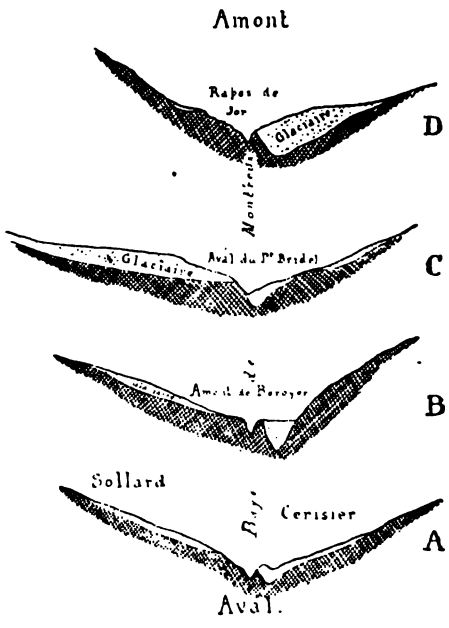
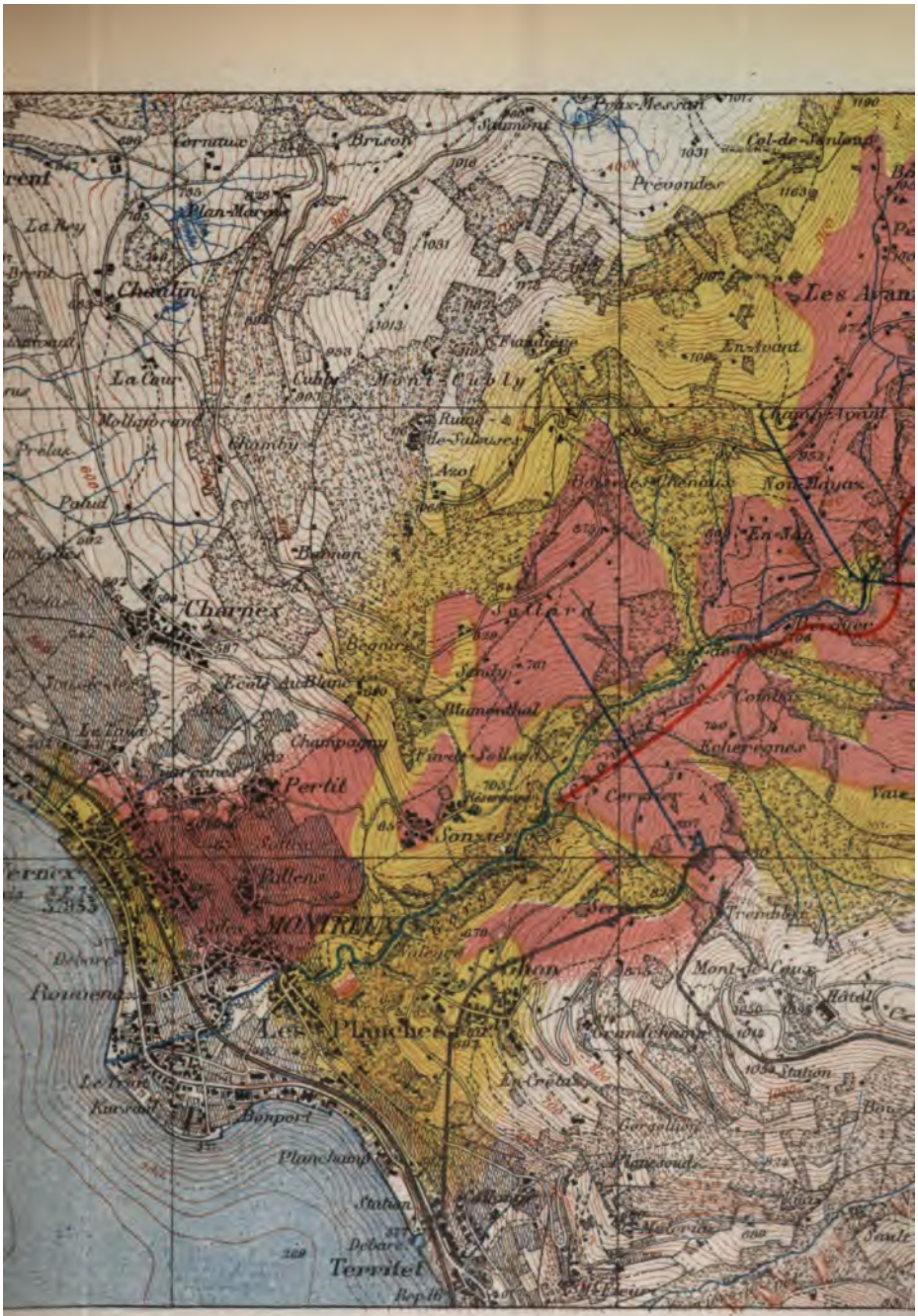
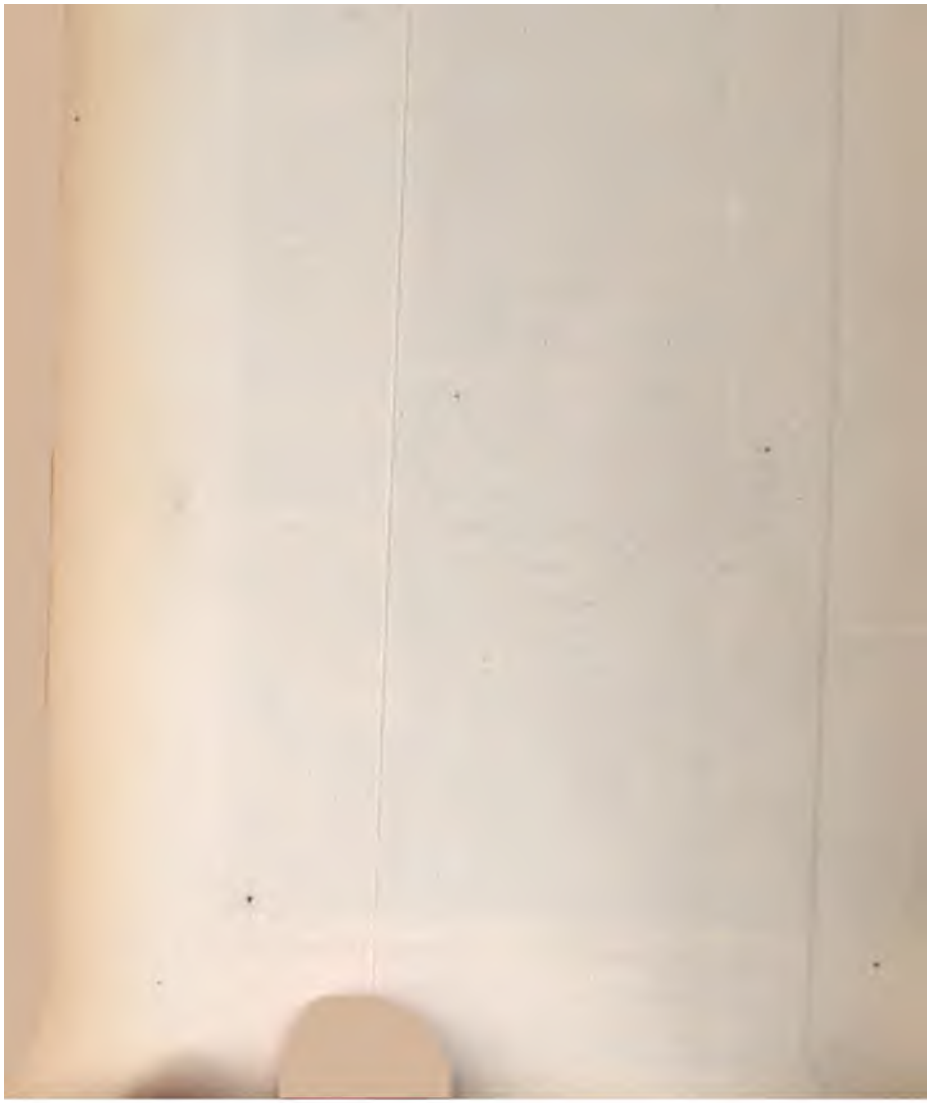


Fig. 1. — Coupes transversales du vallon de la Baye de Montreux.

Plus haut, au Pont de Pierre, on voit les affleurements de Lias se rapprocher vers le torrent. Ici la nouvelle vallée coïncide considérablement avec l'ancienne; mais quelques petits seuils rocheux que l'on voit dans le torrent, à Beroyer, nous montrent, car ils percent le Glaciaire sur lequel s'écoule le torrent, quel ancien thalweg est probablement sur la gauche. La forme de la



oduit de l'Atlas Siegfried, avec autorisation du Bureau topographique fédér



vallée, qui est ici celle d'un V, nous indique toutefois que les deux tracés sont très voisins l'un de l'autre.

En amont de Beroyer, le cours d'eau s'écoule entre deux parois de calcaires liasiques, tandis qu'immédiatement à côté on voit l'ancienne gorge, plus large, aux parois très raides aussi, mais remplie par la moraine. En ce point, les deux thalwegs, l'ancien et l'actuel, sont parallèles. Un peu en amont, ils sont superposés. C'est grâce à l'angle que font les deux tracés que l'on peut, du reste, juger de la forme de l'ancienne vallée. (Fig. 1, B.)

En amont, sous les Avants, le revêtement glaciaire occupe, avec le tuf qui le recouvre, le versant opposé. Il y a là une masse particulièrement énorme de moraine de fond. Puisqu'en amont, sous Chargneux, le torrent coule entièrement dans un lit de glaciaire, il est évident que le lit rocheux des Râpes de Jore ne peut être l'ancien thalweg, qui, ici, doit se trouver sous l'accumulation énorme des dépôts morainiques de Sauderan. (Fig. 1, D.). Ainsi, en aval du Pont Bridel, les deux thalwegs sont aussi superposés. (Fig. 1, C.)

On voit, par cette rapide description, combien un torrent coulant déjà dans une vallée étroite, peut encore se déplacer sous l'influence du remplissage de sa vallée par une masse considérable de débris d'origine glaciaire. L'exemple de la Baye de Montreux est sans doute un des plus remarquables; mais il n'est pas douteux que ces multiples torrents alpins, où les cartes géologiques indiquent des dépôts morainiques, doivent présenter de ces phénomènes d'épigénie tout aussi intéressants.

Je connais, en effet, des phénomènes semblables dans le haut de la vallée du Rhône, en Valais; dans la vallée d'Hermence; dans celle de la Sarine et de la Simmen, en Suisse; le long du Drac; le long de la Romanche, en aval de Bourg d'Oisans, en France, etc.

'ombrent le thalweg de cônes de déjection puissants, au nilieu desquels le Rhône serpente, chassé tantôt vers la droite, tantôt vers la gauche.

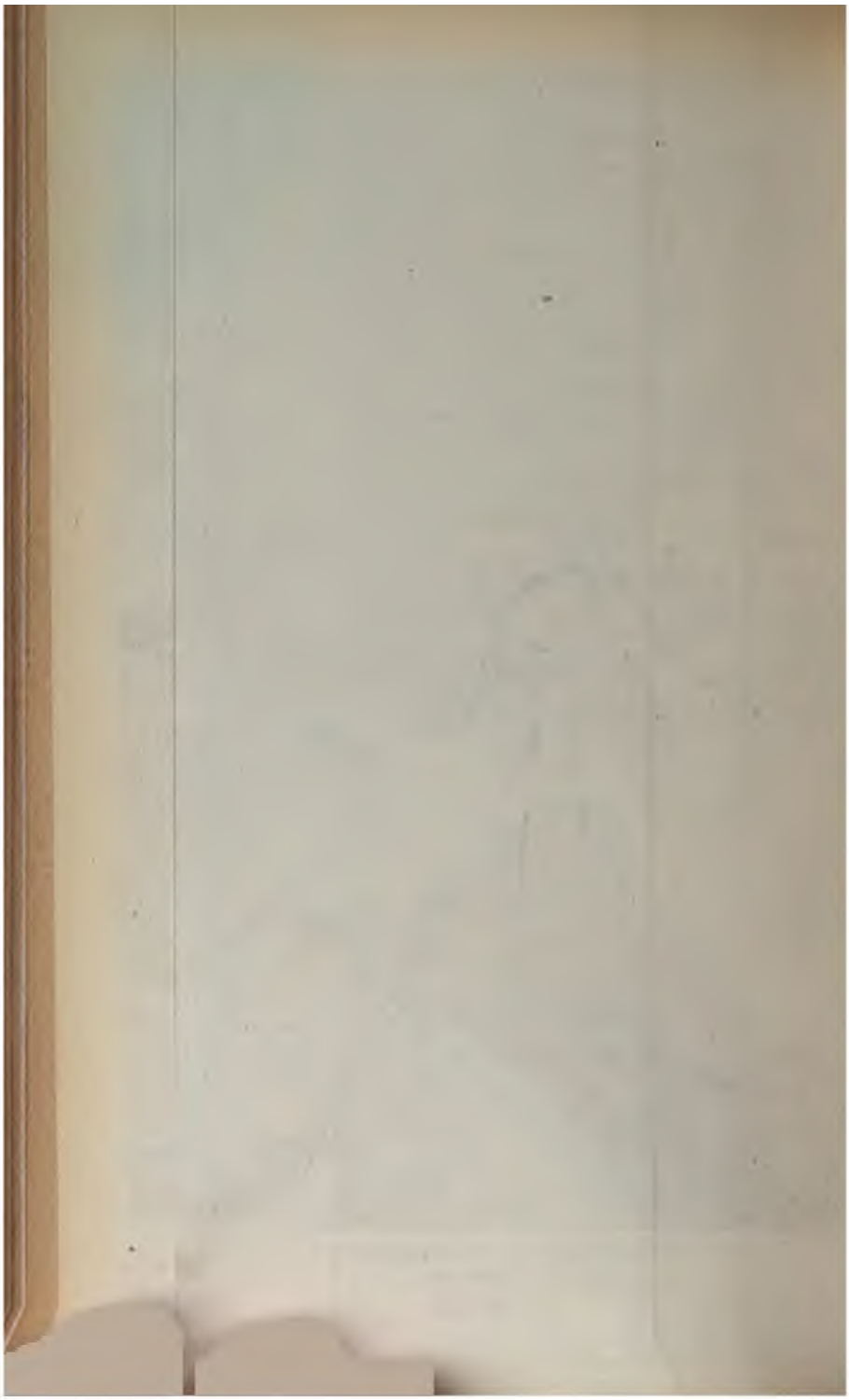
A Saint-Maurice, la vallée non seulement s'élargit, mais lle change d'aspect. L'évasement correspond aussi, comme : *Hasle* im Grund, avec l'apparition, au niveau de la vallée, e la couverture sédimentaire du massif cristallin. En alais, la plaine d'alluvions présente aussi comme celle Innertkirchen des parois verticales et à peu près nues, llées, comme à grands coups de hache, dans le calcaire, ıdis qu'en amont, dans la partie gneissique, règnent des sants fortement inclinés mais toujours habillés d'un ıteau végétal.

En aval, le palier d'alluvion de Saint-Maurice s'arrête ıtre une muraille calcaire, le *plateau de Vérossaz* et les *lines de Chièvres*, que le Rhône divise en s'écoulant dans gorge, le *défilé de Saint-Maurice*, dont les parois verles sont des deux côtés baignées par l'eau tourbillonte.

ıi ce défilé n'a pas l'ampleur de la gorge de l'Aar, il résente toutefois le même fait géographique [1]. La route pas la place suffisante pour côtoyer le torrent, dans le du Hasli ; ici c'est avec peine que l'homme a pu établir deux routes valaisanne et vaudoise qui longent le fleuve. rétrécissement du Rhône est tel qu'un pont d'une seule he suffit à rejoindre les deux rives. La voie ferrée, derre venue, doit franchir l'obstacle par un tunnel.

Plus bas, comme au Kirchet pour l'Aar, la vallée du hône s'élargit à nouveau. Dans le canton de Berne une uvelle nature se montre au delà de la barre. Cette variaon d'aspect est encore plus tranchée ici. Au paysage sau-

[1] B. Studer avait remarqué, avec beaucoup d'autres choses qu'on a trop oubliées plus tard, l'analogie géologique du Hasli et de la région de Bex et Saint-Maurice, *Geol. der west. Alpen*, p. 64, 1834.



combrent le thalweg de cônes de déjection puissants, au milieu desquels le Rhône serpente, chassé tantôt vers la droite, tantôt vers la gauche.

A Saint-Maurice, la vallée non seulement s'élargit, mais elle change d'aspect. L'évasement correspond aussi, comme le Hasle im Grund, avec l'apparition, au niveau de la vallée, de la couverture sédimentaire du massif cristallin. En Valais, la plaine d'alluvions présente aussi comme celle d'Innertkirchen des parois verticales et à peu près nues, taillées, comme à grands coups de hache, dans le calcaire, tandis qu'en amont, dans la partie gneissique, règnent des versants fortement inclinés mais toujours habillés d'un manteau végétal.

En aval, le palier d'alluvion de Saint-Maurice s'arrête contre une muraille calcaire, le *plateau de Vérossaz* et les *collines de Chièvres*, que le Rhône divise en s'écoulant dans une gorge, le *défilé de Saint-Maurice*, dont les parois verticales sont des deux côtés baignées par l'eau tourbillonnante.

Si ce défilé n'a pas l'ampleur de la gorge de l'Aar, il représente toutefois le même fait géographique [1]. La route n'a pas la place suffisante pour côtoyer le torrent, dans le cas du Hasli ; ici c'est avec peine que l'homme a pu établir les deux routes valaisanne et vaudoise qui longent le fleuve. Le rétrécissement du Rhône est tel qu'un pont d'une seule arche suffit à rejoindre les deux rives. La voie ferrée, dernière venue, doit franchir l'obstacle par un tunnel.

Plus bas, comme au Kirchet pour l'Aar, la vallée du Rhône s'élargit à nouveau. Dans le canton de Berne une nouvelle nature se montre au delà de la barre. Cette variation d'aspect est encore plus tranchée ici. Au paysage sau-

[1] B. Studer avait remarqué, avec beaucoup d'autres choses qu'on a trop oubliées plus tard, l'analogie géologique du Hasli et de la région de Bex et Saint-Maurice, *Geol. der west. Alpen*, p. 64, 1834.

vage et froid de la région cristalline a succédé un pays plus riant, largement ouvert. Aux villages valaisans aux maisons de construction rudimentaire, lézardées, font suite les petits bourgs vaudois sur la rive droite, et ceux de la rive gauche, qui appartiennent encore au Valais, ont pris un autre aspect. Le climat est autre, etc. Je connais peu de limites aussi naturelles dans les vallées des Alpes suisses que celles du Kirchet et des collines de Chiètres.

La résistance à l'érosion de tels barrages calcaires apparaît comme un des plus énigmatiques problèmes de l'histoire des vallées. L'un et l'autre ont résisté à l'action des glaciers qui n'ont pu que les polir et les arrondir. La partie amont du Kirchet et des collines de Chiètres montre très bien les stries glaciaires ou les roches moutonnées ; mais conservées comme nous les voyons aujourd'hui, ces barres témoignent contre l'érosion glaciaire. Il y a dans leur présence un argument péremptoire contre le creusement des vallées par les glaciers.

La question qui se pose à propos de l'érosion glaciaire se présente aussi pour l'érosion fluviatile. Il faut que des conditions spéciales aient protégé ces murailles contre l'action si intense de l'eau qui immédiatement en amont a pu creuser les cirques de Saint-Maurice ou d'Innertkirchen.

Comment on a cherché à expliquer le Kirchet.

Occupons-nous maintenant du Kirchet.

La disposition géographique si extraordinaire des environs de Meiringen et d'Innertkirchen a de tout temps attiré l'attention des naturalistes.

« Le curieux cirque de vallée (Kesselthal) le Hasle im Grund, dit Studer, dans lequel convergent cinq vallées radiantes, semble s'être brusquement ouvert comme par le choc central d'un tremblement de terre..... Le cirque de Grund est par cela formé par un soulèvement de son sol

et non par un effondrement. Il correspond à la représentation d'un cratère de soulèvement dont les vallées qui y arrivent sont les Barancos [1]. »

Ceci fut écrit vers 1850 par un des plus grands esprits scientifiques que la Suisse ait jamais produits. On sent l'influence des idées de Léopold de Buch et d'Elie de Beaumont qui sont venues voiler le jugement ordinairement si perspicace du géologue bernois.

Agassiz et Desor, qui franchirent souvent le Kirchet, ne se posèrent point de question au sujet de l'origine de ce seuil. Ils constatèrent cependant l'énorme accumulation de dépôts morainiques que l'on y remarque [2] et qui rentrait davantage dans le cadre de leurs études. H. Hogard [3] se contenta aussi d'observations semblables. C'est un des caractères remarquables du Kirchet que cette abondance considérable de dépôts laissés par le glacier de l'Aar, et il est curieux de constater que les géologues qui ont depuis Agassiz parcouru ces collines n'en parlent pas. Ainsi la carte géologique détaillée de Mœsch [4] ne marque aucun dépôt quaternaire ; il est vrai que Mœsch s'occupait peu de ces dépôts superficiels, mais toutefois on a de la peine à comprendre qu'il n'en fasse pas mention. Les débris laissés sur le Kirchet par les anciens glaciers du Hasli sont si considérables que la roche n'affleure que très peu au sud de la grande route, dans les environs du Geissholz.

---

[1] *Geologie der Schweiz*, I, p. 188.

[2] Agassiz, *Nouvelles études sur les glaciers actuels*, 1847, p. 130.

Desor, *Aperçu du phénomène erratique des Alpes*, « Jahrbuch des Sch. Alpen-Club », I, 1864.

[3] H. Hogard, *Recherches sur les glaciers et sur les phénomènes erratiques des Alpes de la Suisse*, 1858, p. 260.

[4] Mœsch, *Geologische Beschreibung der Kalk- und Schiefergebirge zwischen dem Reuss und Kienthal*, « Mat. Carte géol. suisse », 24e livr., IIIe partie, pl. XXXVI, 1894.

M. Balzer [1] ne devait point laisser de côté le Kirchet dans son fameux mémoire sur le contact mécanique du gneiss et du calcaire dans l'Oberland bernois. Il partage l'idée émise anciennement par Ebel [2] à savoir que le bassin d'Innertkirchen représente un ancien fond de lac.

Appliquant la théorie de l'antécédence notre collègue de l'Université de Berne pense que le cirque a été formé par un soulèvement du sol de la vallée à la place du Kirchet actuel.

Entre Meiringen et Hof, il se serait formé un pli transversal venant rompre la continuité primitive de la pente de la vallée. L'Aar aurait scié le seuil au fur et à mesure de

En 1894, les participants d'une des excursions du Congrès géologique international distinguèrent dans le Kirchet une voûte plate et irrégulière que M. Balzer [3] suppose d'âge postplistocène, c'est-à-dire postérieure à la formation des plis alpins en général. Ce fait est important pour la formation de la « Lamm », ajoute-t-il.

Morsch [4], sans avoir d'opinion précise, indique aussi cette même hypothèse pour expliquer la formation de la gorge et il pense que le sol d'Innertkirchen est dû à un affaissement. Il n'y a pas de doute en son esprit que le Hasle im Grund fut un lac comblé avant la percée de la gorge.

Ainsi d'une part, surélévation du Kirchet ; d'autre part, affaissement de la partie amont, telles sont les opinions des géologues qui se sont le plus occupés de cet étrange phé-

[1] Balzer, *Das Mechanische Contact von Gneiss und Kalk*, id., 20 livr., p. 136, 1880.

Voir encore Balzer, *Einige Naturmerkwürdigkeiten des Haslithals*, « Jahrbuch des Sch. Alpen-Club », vol. 23, 1888, p. 501-502.

[2] Ebel, *Manuel du voyageur en Suisse*, 1805, 2e édition, p. 363, vol. III.

son élévation.

[3] Balzer, *Bericht über die Excursion IX, im Berneroberland und Gotthardmassiv*. « Congrès géol. intern. », 6e session, 1894, Zurich, p. 455 ; Lausanne, 1897.

[4] Morsch, loc. cit., p. 148.

Rouges, du Finsteraarhorn et du Dammastock, il faudrait imaginer un soulèvement d'une bande étroite de la région sédimentaire juste au point où les cours d'eau pénètrent dans les chaînes calcaires !

Une telle hypothèse est purement gratuite ! Elle est infirmée par l'ensemble des faits. Si elle se présente naturellement à l'esprit par la considération d'un seul des exemples, elle se combat d'elle-même par la répétition du phénomène.

Le lac de Hasle im Grund ne peut être démontré.

Un lac a pu exister dans le Hasle im Grund, mais aucun fait ne vient apporter une preuve de son existence. A l'Hôtel de Hof, on a creusé un puits à neuf mètres de profondeur, entièrement perforé dans des cailloux roulés[1]; mais les graviers arrondis ne signifient rien tant que la structure du delta lacustre n'a pas été démontrée. Aucune terrasse lacustre n'est conservée sur les flancs de la dépression. Au pied de la paroi de Spiess, l'on trouve des graviers roulés sur une terrasse rocheuse. M. Balzer[2] a vu une coupe fraîche qu'il a relevée et dessinée. Elle indique nettement un dépôt fluviatile à 52 m. au-dessus de l'Aar.

Ne pourrait-on pas voir plutôt dans le palier d'alluvion de Hasle im Grund la continuation, au delà de la barre du Kirchet, de la grande plaine d'alluvion du lac de Brienz, à Meiringen?

Le niveau du lac de Brienz est à 566m4. Aucun des géologues qui se sont occupés de la région ne signale de terrasses sur ses bords. Ce lac et celui de Thoune devaient former primitivement un seul bassin, que les deltas de la Lutschine et du Lombach ont divisé en deux parties en

[1] Balzer, *Das Mechanische Contact*, etc., p. 136.

[2] Balzer, *Das Mechanische Contact*, Atlas. Pl. VIII, fig. 6.

Voilà donc quatre cours d'eau présentant les mêmes conditions génétiques et montrant les mêmes dispositions topographiques au contact des roches primitives et des calcaires qui les recouvrent. Bien que ce mode de sortie de la région gneissique paraisse être recherché par les cours d'eau de nos Alpes, lorsque les roches anciennes sont couvertes par des calcaires, il y a des exceptions. Ainsi la Reuss, à Erstfeld [1], passe d'une région dans l'autre sans aucune modification dans son cours ; il en est de même de l'Aa d'Engelberg [2]. Mais l'exemple de la Reuss est critiquable. En effet, dans cette partie inférieure de son cours, le torrent coule sur un épais palier d'alluvion ; nous ne savons pas si sous ce revêtement une coupure étroite existe au point où les parois ensevelies changent de nature pétrographique. La deuxième exception ne doit point non plus nous arrêter, car l'Aa ne coupe pas transversalement les gneiss, comme dans les autres cas, mais elle les suit par une voie à peu près longitudinale. Enfin, un examen du cas de la Weisse Lutschine, en amont de Lauterbrunnen [3], nous montre qu'il s'agit d'un phénomène tout semblable à celui de nos quatre exemples, mais là le bassin, au lieu d'avoir une forme ramassée sur lui-même, s'étend au contraire dans la direction du cours d'eau.

Ainsi, on voit que les cours d'eau des Alpes suisses qui sortent d'une région de roches primitives pour entrer, par l'intermédiaire de bancs calcaires puissants, dans le pays des roches secondaires, présentent une particularité topographique à peu près constante. On voit alors que l'hypothèse de l'antécédence, que l'on a songé à appliquer au cas de l'Aar, devrait être étendue aux autres exemples. Autrement dit, tout le long de la chaîne cristalline des Aiguilles-

[1] Voir Atlas Siegfried, feuille 403 (Altdorf).

[2] Voir Atlas Siegfried, feuille 390 (Engelberg).

[3] Voir Atlas Siegfried, feuilles 488 (Blumlisalp) et 395 (Lauterbrunnen).

Rouges, du Finsteraarhorn et du Dammastock, il faudrait imaginer un soulèvement d'une bande étroite de la région sédimentaire juste au point où les cours d'eau pénètrent dans les chaînes calcaires !

Une telle hypothèse est purement gratuite ! Elle est infirmée par l'ensemble des faits. Si elle se présente naturellement à l'esprit par la considération d'un seul des exemples, elle se combat d'elle-même par la répétition du phénomène.

Le lac de Hasle im Grund ne peut être démontré.

Un lac a pu exister dans le Hasle im Grund, mais aucun fait ne vient apporter une preuve de son existence. A l'Hôtel de Hof, on a creusé un puits à neuf mètres de profondeur, entièrement perforé dans des cailloux roulés[1]; mais les graviers arrondis ne signifient rien tant que la structure du delta lacustre n'a pas été démontrée. Aucune terrasse lacustre n'est conservée sur les flancs de la dépression. Au pied de la paroi de Spiess, l'on trouve des graviers roulés sur une terrasse rocheuse. M. Balzer[2] a vu une coupe fraîche qu'il a relevée et dessinée. Elle indique nettement un dépôt fluviatile à 52 m. au-dessus de l'Aar.

Ne pourrait-on pas voir plutôt dans le palier d'alluvion de Hasle im Grund la continuation, au delà de la barre du Kirchet, de la grande plaine d'alluvion du lac de Brienz, à Meiringen?

Le niveau du lac de Brienz est à 566m4. Aucun des géologues qui se sont occupés de la région ne signale de terrasses sur ses bords. Ce lac et celui de Thoune devaient former primitivement un seul bassin, que les deltas de la Lutschine et du Lombach ont divisé en deux parties en

[1] Balzer, *Das Mechanische Contact*, etc., p. 136.

[2] Balzer, *Das Mechanische Contact*, Atlas. Pl. VIII, fig. 6.

construisant la plaine d'Interlaken, le Bödeli. Ce barrage a haussé les eaux du bassin amont. Le lac de Brienz, dont la surface est supérieure de 6m2 à celle du lac de Thoune, atteint probablement aujourd'hui le niveau le plus élevé auquel il soit jamais arrivé. Il est le niveau de base de toute la partie amont que l'Aar a remblayée avec une pente moyenne de 3,53 °/₀₀[1].

Dans la gorge de l'Aar, la pente du cours d'eau est de 3,77 °/₀₀. Le Hasle im Grund est incliné de 14 °/₀₀. Une première constatation très importante ressort de ces chiffres, calculés d'après la carte au 1 : 50 000. La pente de 3,53 °/₀₀ de la grande plaine d'alluvion peut être considérée comme ayant atteint son équilibre. Il en résulterait que la gorge de l'Aar, dont la pente de l'eau est à peu près égale à celle de la plaine, ne se creuse plus, ou que le creusement n'y est aujourd'hui *que très localisé*, et que même *elle est en voie de comblement* par places. Le remblayage est en effet visible dans plusieurs parties de la gorge; nous assistons ainsi aujourd'hui au dernier achèvement, en même temps qu'au début de la ruine d'une des plus belles manifestations naturelles des Alpes[2].

Le Hasle im Grund, dont la pente moyenne est de 14 °/₀₀ pris dans son ensemble, présente une pente semblable aux précédentes dans sa partie aval, lorsque les trois cours d'eau sont réunis en un tronc commun. On peut donc considérer la plaine d'Innertkirchen comme la continuation de la plaine d'alluvion de Meiringen. Le remplissage de la cuvette est dû à l'alluvionnement de l'Aar; la petite plaine ne représente donc pas un sol lacustre ainsi qu'on a voulu le voir. L'alluvion rencontrée dans le puits de Hof nous

[1] Calculé en prenant la cote supérieure de 610 m., donnée par l'Atlas Siegfried.

[2] En effet, dans plusieurs parties, la gorge s'élargit. Le torrent, ne creusant plus, abat les parois qui l'encaissent.

indique que la gorge de l'Aar était plus profonde et qu'elle a été en partie remblayée, ou que le torrent avait antérieurement un autre chemin que l'actuel pour traverser la muraille du Kirchet. Je ne veux pas nier qu'un lac n'ait existé en amont de la gorge de l'Aar, mais on voit que rien ne le prouve. L'alluvionnement, par l'influence du niveau de base, est la cause de beaucoup de ces grandes plaines de vallées, où l'on a trop souvent cherché à voir d'anciens lacs[1].

Description détaillée du Kirchet. (Voir Pl. X et XI.)

Suivons la grande route qui conduit à Hasle im Grund en partant de Meiringen. Le village de Willigen que nous rencontrons est construit sur le cône de déjection du Lauibach. Le haut du cône se resserre au haut du village; au nord, une paroi abrupte borde la route; à droite, un petit escarpement rocheux l'accompagne. En montant, on arrive alors dans une partie découverte coupée de bouquets d'arbres et l'on s'aperçoit que le Lauibach est tributaire *d'une vallée sèche que la route continue à suivre.* Vers les maisons de Im Muer, cette ancienne vallée est particulièrement large. Son fond, couvert d'un tapis de gazon, se heurte contre les parois de calcaire. Il y a en ce point une légère contre-pente; elle est due à un deuxième cône du

1 Un simple raisonnement, tiré des lieux mêmes, montrera combien la coïncidence entre les plaines alluviales des vallées et les lacs est loin d'être certaine. Supposons, ce qui arrivera un jour, que les deux lacs de Brienz et de Thoune soient comblés par l'alluvion, et donnons à la plaine construite une pente de 3 °/₀₀, celle que l'on constate aujourd'hui en aval de Meiringen, pour le lac de Brienz, de 2 °/₀₀ pour celui de Thoune. A l'entrée des gorges de l'Aar, une couche de 127 m. d'alluvion couvrirait les contreforts du Kirchet; la plaine pénétrerait par les points bas de la colline et se continuerait avec celle de Hasli im Grund à 136 m. plus haut qu'aujourd'hui. La pente moyenne s'accentuant à partir de ce point (l'Aar coulant isolément) sous 10 °/₀₀, la plaine s'étendrait en formant un golfe dans le bas de la vallée de l'Unterwasser et remonterait de 7 km. dans le Haut-Hasli, couvrant ainsi des territoires aujourd'hui rocheux.

Lauibach, supérieur au premier, ce qui explique pourq
la route ne suit pas l'axe du vallon en ce point. Puis
dépression se resserre quelque peu. A droite, la paroi c
caire disparaît; des pentes de terrain glaciaire descend
jusqu'à la route. L'on arrive ainsi à une auberge, au d
de laquelle la route cesse de monter. La dépression e
alors bordée à gauche et à droite de murailles calcaires; c'
son point le plus étroit. Quelques pas encore et le cirq
d'Hasle im Grund apparaît aux yeux du voyageur.

Incontestablement, la route suit une ancienne vallée, ai
que l'a déjà fait remarquer M. Balzer[1]. Cette ancienne v
de l'Aar présente le caractère des vallées abandonnées a
ce cône de déjection du Lauibach, qui a pu ainsi constru
une contre-pente, l'ancien possesseur du vallon n'étant pl
là pour déblayer les matériaux qu'apporte son tributaire

Nulle part, la vallée morte ne montre un sol rocheux. L
topographie adoucie du thalweg témoigne de l'existence
matériaux de remplissage, car les masses calcaires q
l'avoisinent ont un tout autre caractère. Quelle est l'épai
seur de la nappe d'alluvion et sa constitution? Lorsq
l'on suit les lacets de la grande route au-dessus de Has
im Grund (Pl. XII), il est facile de constater que les mat
riaux qui constituent le thalweg sont formés par de
moraine avec des blocs nombreux. Cette masse de rempl
sage est logée dans une sorte de chenal que les lacets co
pent trois fois. Les débris erratiques remplissent ainsi u
*vraie gorge, guère plus large que l'actuelle, et au mo
aussi profonde qu'elle,* car là ils descendent jusqu'au l
de la pente, où ils se confondent avec une sorte de morai
qui chausse le pied du Kirchet.

Mais ce n'est pas tout.

---

[1] Balzer, Livret Guide géologique 1894.

[2] La vallée abandonnée est particulièrement visible quand on co
Kirchet de la cascade du Reichenbach.

indique que la gorge de l'Aar était plus profonde et qu'elle a été en partie remblayée, ou que le torrent avait antérieurement un autre chemin que l'actuel pour traverser la muraille du Kirchet. Je ne veux pas nier qu'un lac n'ait existé en amont de la gorge de l'Aar, mais on voit que rien ne le prouve. L'alluvionnement, par l'influence du niveau de base, est la cause de beaucoup de ces grandes plaines de vallées, où l'on a trop souvent cherché à voir d'anciens lacs[1].

Description détaillée du Kirchet. (Voir Pl. X et XI.)

Suivons la grande route qui conduit à Hasle im Grund en partant de Meiringen. Le village de Willigen que nous rencontrons est construit sur le cône de déjection du Lauibach. Le haut du cône se resserre au haut du village; au nord, une paroi abrupte borde la route; à droite, un petit escarpement rocheux l'accompagne. En montant, on arrive alors dans une partie découverte coupée de bouquets d'arbres et l'on s'aperçoit que le Lauibach est tributaire *d'une vallée sèche que la route continue à suivre.* Vers les maisons de Im Muer, cette ancienne vallée est particulièrement large. Son fond, couvert d'un tapis de gazon, se heurte contre les parois de calcaire. Il y a en ce point une légère contre-pente; elle est due à un deuxième cône du

1 Un simple raisonnement, tiré des lieux mêmes, montrera combien la coïncidence entre les plaines alluviales des vallées et les lacs est loin d'être certaine. Supposons, ce qui arrivera un jour, que les deux lacs de Brienz et de Thoune soient comblés par l'alluvion, et donnons à la plaine construite une pente de 3 ‰, celle que l'on constate aujourd'hui en aval de Meiringen, pour le lac de Brienz, de 2 ‰ pour celui de Thoune. A l'entrée des gorges de l'Aar, une couche de 127 m. d'alluvion couvrirait les contreforts du Kirchet; la plaine pénétrerait par les points bas de la colline et se continuerait avec celle de Hasli im Grund à 136 m. plus haut qu'aujourd'hui. La pente moyenne s'accentuant à partir de ce point (l'Aar coulant isolément) sous 10 ‰, la plaine s'étendrait en formant un golfe dans le bas de la vallée de l'Unterwasser et remonterait de 7 km. dans le Haut-Hasli, couvrant ainsi des territoires aujourd'hui rocheux.

Les lacets de la route montrent un autre chenal, rempli de matériaux erratiques, placé au sud du premier et d'aspect absolument semblable. Il en est séparé par une muraille de calcaire jusqu'au Geisshölsli, entre l'auberge et les maisons de Muer. Ainsi *une deuxième gorge, plus complètement comblée que celle que suit la route et tout aussi profonde, traverse la moitié du Kirchet*. La confluence des deux gorges à Im Muer ne peut faire aucun doute. En effet, plus loin, vers l'ouest, une muraille calcaire qui domine le Lauibach, entre les points 716 et 791, ne laisse voir aucune entaille comblée. Cependant cette paroi cesse sous le point 791. Elle laisse un espace vide dont le Lauibach a profité. Serait-ce là une ancienne voie semblable aux premières? La question ne peut être résolue. Le Lauibach, au lieu de profiter d'un affleurement glaciaire, s'est lui-même surimposé dans les calcaires du Malm en construisant une petite gorge très étroite. Il n'y a pas contact entre ce calcaire et celui que l'on voit un peu plus haut, dans le cours d'un petit tributaire; mais il suffit de quelques mètres de terrain glaciaire pour voiler la pente rocheuse qui relierait les deux affleurements, à moins qu'une gorge étroite ne soit cachée.

Examinons encore le versant amont du Kirchet. Au-dessus du Winkel, on voit un léger enfoncement dans la pente. Il est aussi rempli par les matériaux erratiques. Un petit ruisseau s'écoule en ne laissant nulle part affleurer le calcaire. Celui-ci forme une sorte de muraille moins déchaussée que les précédentes et qui court parallèlement au ruisseau. Cet ensemble de circonstances, et la comparaison avec les deux cas précédents, laisse présumer en cette partie du Kirchet une *troisième voie*, plus comblée encore que la deuxième et par conséquent douteuse.

Rien sur la surface de la colline ne la laisse deviner comme les précédentes, car les environs de Geissholz sont couverts d'une énorme masse de matériaux morainiques qui, par leur épaisseur, voilent totalement la topographie

rocheuse souterraine[1]. Peut-être que cette troisième gorge comblée problématique, mais qui cependant paraît exister, se ramifie avec les précédentes, ou se dirige vers le chemin, problématique aussi, que le Lauibach aurait délaissé en se surimposant dans les calcaires près du point 791.

Ainsi l'étude détaillée du versant amont du Kirchet nous permet de constater, à côté de la gorge actuelle, deux ou trois entrées de gorges comblées par les matériaux transportés par le glacier de l'Aar et ses affluents. La coupe 4, Pl. XI, nous montre ces différentes voies en coupe, tandis que la planche XII nous permet de nous faire une idée de ces murailles de calcaire qui les séparent.

Il y a encore d'autres anciens chénaux. A l'entrée aval de la gorge, on voit une gorge sèche en partie remplie par des matériaux morainiques[2]. Rien n'est plus typique que l'entrée aval de cette voie abandonnée par les eaux, qui y ont laissé l'empreinte de leur passage sous la forme de courbures concaves. (Fig. 2, Pl. XIII.) Suivons le petit sentier qui s'engage dans cette « trochene Schlaucht[3] ». Il monte rapide, puis, dans un endroit très resserré, il tourne vers le sud-est. On se trouve alors dans un sillon profond, bordé

---

[1] Mais le plus remarquable d'entre tous les dépôts erratiques que nous ayons à citer dans cette région, ce sont les beaux blocs de granit du Kirchet, près de Meyringen... Sans former un rempart continu, ils sont cependant assez nombreux pour recouvrir un vaste espace sur le revers oriental du monticule calcaire. (Desor, *Nouvelles excursions et séjours dans les glaciers*, 1845, p. 208.)

[2] Ebel, qui savait tant de choses et que l'on oublie trop de nos jours, connaissait cette gorge sèche : « Le Hasligrund est un vallon en terre-plein d'une lieue de longueur sur une demi-lieue de largeur ; il est séparé de la vallée du Bas-Hasli par le Kirchet, et formait un lac avant que le rongement des eaux eût donné naissance aux deux gorges du Kirchet, dont l'une est maintenant à sec, tandis que l'autre sert de lit à l'Aar. » (*Manuel du voyageur en Suisse*, 1805, 2e éd., p. 363, vol. III.)

[3] La carte au 1 : 50 000 ne montre que l'entrée de cette gorge sèche, sans en indiquer la continuation. Elle est tellement cachée par l'épaisse forêt que les topographes l'ont omise. *Schlaucht* (pour *Schlucht*) est le nom local donné à ces gorges sèches.

Les lacets de la route montrent un autre chenal, rempli de matériaux erratiques, placé au sud du premier et d'aspect absolument semblable. Il en est séparé par une muraille de calcaire jusqu'au Geisshölsli, entre l'auberge et les maisons de Muer. Ainsi *une deuxième gorge, plus complètement comblée que celle que suit la route et tout aussi profonde, traverse la moitié du Kirchet*. La confluence des deux gorges à Im Muer ne peut faire aucun doute. En effet, plus loin, vers l'ouest, une muraille calcaire qui domine le Lauibach, entre les points 716 et 791, ne laisse voir aucune entaille comblée. Cependant cette paroi cesse sous le point 791. Elle laisse un espace vide dont le Lauibach a profité. Serait-ce là une ancienne voie semblable aux premières? La question ne peut être résolue. Le Lauibach, au lieu de profiter d'un affleurement glaciaire, s'est lui-même surimposé dans les calcaires du Malm en construisant une petite gorge très étroite. Il n'y a pas contact entre ce calcaire et celui que l'on voit un peu plus haut, dans le cours d'un petit tributaire; mais il suffit de quelques mètres de terrain glaciaire pour voiler la pente rocheuse qui relierait les deux affleurements, à moins qu'une gorge étroite ne soit cachée.

Examinons encore le versant amont du Kirchet. Au-dessus du Winkel, on voit un léger enfoncement dans la pente. Il est aussi rempli par les matériaux erratiques. Un petit ruisseau s'écoule en ne laissant nulle part affleurer le calcaire. Celui-ci forme une sorte de muraille moins déchaussée que les précédentes et qui court parallèlement au ruisseau. Cet ensemble de circonstances, et la comparaison avec les deux cas précédents, laisse présumer en cette partie du Kirchet une *troisième voie*, plus comblée encore que la deuxième et par conséquent douteuse.

Rien sur la surface de la colline ne la laisse deviner comme les précédentes, car les environs de Geissholz sont couverts d'une énorme masse de matériaux morainiques qui, par leur épaisseur, voilent totalement la topographie

ROYAL
SOCIETY

par des parois verticales. Cette « gorge fossile » est extrêmement pittoresque. Les arbres et la mousse l'ont envahie. Les parois s'effritent et, de place en place, la roche est soutenue par des piliers verticaux. Les traces du possesseur, qui maintenant travaille à quelques mètres de là, derrière la muraille calcaire qui nous sépare de lui, sont encore visibles sous la forme de deux marmites de géants, imprimées contre la paroi. Les éboulis remplissent le fond de cette gorge abandonnée; ils sont suffisants pour établir une contre-pente près d'une petite source captée.

Les parois rapprochées et verticales se maintiennent sur tout le parcours de cette gorge, aussi infranchissable transversalement que la « Lamm » où mugit l'Aar. Quand on parcourt pour la première fois le Lammwald, en venant de Im Muer, sans connaître cette gorge sèche, car la carte ne l'indique pas, l'on s'arrête au bord de ce sillon, dont on ne voit pas le fond à cause des arbres et des parois; l'illusion est telle, car l'on se croit au bord de la gorge vivante, que l'on reste étonné de ne point entendre monter de la profondeur le bruit de l'eau.

Suivons encore le fond de cette « trockene Schlaucht ». Il s'élève assez rapidement, puis descend brusquement vers une dépression transversale du Kirchet placée entre l'auberge zum Lamm et la gorge de l'Aar. Nous sommes ici *dans la partie comblée d'une gorge transversale*, en partie évidée dans la gorge actuelle, et que l'on nomme la *Finstere Schlaucht*. Cette gorge sèche est bien connue des touristes; par elle, un chemin donne accès de la route dans la « Lamm ». Elle est semblable à l'entrée de la gorge abandonnée que nous venons de parcourir; elle paraît plus fraîche à cause de marmites de géants mieux conservées, mais cette impression est due peut-être au déblaiement naturel de ce sillon transversal. Le chemin qui descend vers la gorge nous permet d'observer la constitution de la matière remplissante. C'est de la moraine à blocs arrondis ou

anguleux qui est venue remplir le chemin creusé par l'eau. Ainsi une cinquième voie abandonnée réunit la gorge de la route et la gorge sèche longitudinale à la gorge actuelle. (Coupe 3, Pl. XI.)

Ainsi, cinq ou six fois, l'Aar a dû creuser de profondes gorges dans le Kirchet. Toutes sont au moins aussi profondes que la dernière, celle suivie aujourd'hui par les eaux.

Mais le Kirchet montre encore d'autres traces qui ont peut-être momentanément servi à l'Aar ou à des tributaires descendant des parois voisines. Un sillon peu profond parcourt le Lammwald entre la gorge sèche et les maisons de Im Muer. Un autre, en cul-de-sac, longe la route qui conduit de Willigenbrücke à la gorge actuelle. En face, sur la rive droite, au nord du monticule le Krähenburg, un étroit sillon, avec de superbes marmites de géants distribuées à profusion, servait peut-être de chemin à ce ruisseau qui cascade des hauteurs de l'Arnialp vers Eppigen. La gorge moderne coupe ce sillon abandonné que l'on aperçoit lorsque, placé au nord de la Finstere Schlaucht, l'on contemple la paroi verticale de la rive opposée. (Fig. 2, pl. XIII.) Aux deux tiers de la hauteur de la grande muraille, il apparaît sous la forme d'un V boisé. Du même point, un peu plus en aval dans la Lamm, on aperçoit encore, sur la rive opposée, les traces de deux tributaires anciens. Ils ont creusé des marmites de géants étagées verticalement les unes sur les autres.

La gorge, du reste, se montre, du même point, sous deux aspects très différents. En amont, elle est taillée selon des parois verticales absolument lisses; en aval, au contraire, les traces imprimées des marmites de géants festonnent, du haut en bas, les parois de niches arrondies qui s'entrecroisent irrégulièrement, suivant des arêtes aiguës et très fraîches. On dirait que la partie amont est plus ancienne, mais le phénomène se répète plus bas entre deux

bandes à marmites; il est dû probablement à la variation de dureté et de résistance de la roche. La gorge est en effet plus large, en général, là où il n'y a pas de marmites, et plus étroite là où celles-ci abondent, si étroite même — et cela est une des causes de la beauté de cette gorge — que la passerelle a juste la place nécessaire.

Description des collines de Chiètres.

A l'inverse du Kirchet, les collines de Chiètres ne présentent pas de matériaux erratiques. Le long du Rhône, des parois, parfois fort escarpées, de calcaire néocomien sont recouvertes par des schistes argileux du Flysch qui s'étendent sur toutes les collines. La topographie est très adoucie[1]. La présence du calcaire sous les roches éocènes se trahit par quelques entonnoirs. Vers le sud, le versant incliné, poli par les glaciers, domine un vallon occupé entièrement par le cône de déjection du Courset, qui descend des hauteurs de Javernaz. Vers l'est, les collines de Chiètres sont séparées de la montagne par une dépression où, comme le long du Courset, n'existe aucun affleurement. Des deux côtés cependant on voit la roche en place. En comparant cet état de chose à ceux que nous montre le Kirchet, il devient évident que cette dépression en hémicycle qui contourne les collines de Chiètres est un ancien cours du Rhône. Est-ce le Glaciaire qui aujourd'hui l'occupe ou l'éboulis, ou encore simplement le cône de déjection du Courset ? Il semble plutôt, à en juger par la topographie, que le col de Châtel est dû au remplissage de l'ancienne vallée par le cône de déjection ; en tout cas celui-ci a contribué pour beaucoup au remplissage de l'ancien thalweg.

[1] « ...puis les coteaux de Chiètres qui cachent entre leurs sommets élargis des vallécules toujours vertes et fraîches. » (Eugène Rambert, *Les Alpes suisses, Ascensions et flâneries.*)

Des traces d'un cours d'eau, sous la forme de marmites de géants, ont été trouvées jadis à la Tour de Duin[1], monticule, formé par un lambeau de recouvrement de Néocomien à céphalopodes, qui termine les collines de Chiètres vers le nord-est. Le cours actuel du Rhône dans le défilé de Saint-Maurice est donc dû, lui aussi, à un phénomène d'épigénie.

Fig. 2. — Coupes des collines de Chiètres ; échelles 1 : 50000 pour la longueur, 2 : 25000 pour la hauteur.

Le Rhône, obéissant à la loi des vallées monoclinales coulait jadis vers, le point le plus bas des couches au pied de la montagne. (Fig. 2.) Déplacé, il a dû chercher une nouvelle voie où aujourd'hui encore il travaille à son élargissement.

Essai d'une théorie sur la persistance des barres calcaires.

Nous n'avons pas admis les diverses théories relatives au Kirchet car elles se butaient contre l'ensemble même, la répétition du phénomène. Moi-même[2], il y a peu de temps, en envisageant le Kirchet isolément, sans étendre le problème à toutes les vallées qui présentent le même accident, car je n'avais pas songé à cette méthode compa-

[1] E. Renevier, *Monographie des Hautes Alpes vaudoises*, p. 502.

[2] M. Lugeon, *Les anciens cours de l'Aar, près de Meiringen* (Suisse), « C. R. Académie des Sciences », 12 novembre 1900.

rative qui porte toujours de meilleurs fruits, j'ai émis une hypothèse qui ne me paraît plus autant satisfaisante :

« Pour que cette barre ait ainsi pu se conserver, il suffit que, lors de la fixation de la courbe d'équilibre, une cause quelconque ait momentanément arrêté l'action de l'érosion latérale de la vallée en ce point. Une moraine épaisse a pu jouer ce rôle, et une fissure si fréquente dans les terrains calcaires a pu faciliter, suivant une ligne, l'établissement du cours. C'est alors que les glaciers, réoccupant les lieux au moins cinq fois, arrêtés par la barre naissante, ont comblé les gorges tour à tour, forçant l'Aar à limiter son travail, grâce au déblaiement considérable qu'elle avait à faire des moraines. La rivière ne pouvait alors, dans le nouveau cycle d'érosion où elle entrait, que creuser une nouvelle gorge étroite, de nouveau comblée avant que le torrent ait pu en abattre les parois. En aval et en amont, le cours étant moins embarrassé, l'Aar a pu creuser une large vallée, et ainsi la hauteur de la barre s'est graduellement accentuée.

» L'apport plus considérable de matériaux sur cet emplacement, plutôt qu'en aval et qu'en amont, s'explique aisément par les deux grands glaciers latéraux qui rejoignaient l'Aar à Innertkirchen. Les moraines réunies sur un espace restreint présentaient à l'emplacement du Kirchet une épaisseur plus localisée, et par conséquent plus considérable, et la barre une fois créée entraînait par elle-même l'arrêt des glaciers, ainsi qu'en témoignent de nos jours les formidables dépôts morainiques qu'on y observe. »

M. le professeur F.-A. Forel [1] m'a fait d'abord remar-

[1] C'est en compagnie de mon excellent maître en glaciologie, M. F.-A. Forel, lorsque nous nous rendions au glacier du Rhône et de là à la réunion de la Société helvétique à Thusis, que j'ai découvert non l'ancienne voie de l'Aar qui suit la route du Hasli, car M. Balzer la connaissait déjà, mais que j'ai constaté que cette gorge comblée était au moins aussi profonde que l'actuelle.

quer, avec juste raison, que la réunion des trois glaciers devait accélérer la marche du tronc commun sur l'emplacement non existant du Kirchet immédiatement en aval du point de confluence. En conséquence, la naissance du Kirchet ne pouvait guère avoir été déterminée par une moraine, le glacier ne se trouvant pas dans une position favorable pour stationner longtemps en ce point.

L'absence totale de moraine sur la barre des collines de Chiètres justifie la critique de M. Forel.

Il faut chercher une autre manière de voir.

La répétition du phénomène est son explication. Si chaque fois, ou à peu près, qu'une vallée passe de la région gneissique dans la région calcaire, nous constatons un rétrécissement considérable, c'est que *le changement* [illegible] *de la variation du profil trans-* [illegible]. Il s'agit donc d'une *influence généti-* [illegible] dérivant de la genèse même du [illegible] dans tant de problèmes de la [illegible] cas isolé qui apporte [illegible] la région calcaire. [illegible] d'abord [illegible] altitude. L'Aar [illegible] différence de du- [illegible] fondissant [illegible] torrent pene- [illegible] calcaire. [illegible] plus se conser- [illegible] les environs [illegible] prédominance [illegible] que l'un re- [illegible] changements [illegible] Maurice, dans le [illegible] Linth à la [illegible] Le [illegible] ces grandes

masses calcaires et les gneiss *existe une épaisseur plus ou moins grande de roches plus tendres, aisées à sousminer* par un cours d'eau. Ce sont les *Zwischenbildungen* à Innertkirchen et le Trias à Saint-Maurice. L'enlèvement facile de ces terrains intermédiaires devait provoquer rapidement la chute de grandes masses calcaires déchaussées, et par conséquent le remplacement de la gorge par une section plus ouverte.

Au fur et à mesure de l'enfoncement de la vallée sur elle-même, les parois reculaient parallèlement à la vallée en la dominant de plus en plus pendant que la gorge étroite s'avançait vers l'aval.

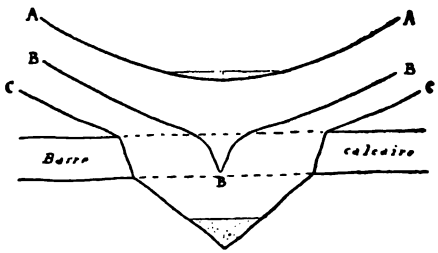


Fig. 3. — Coupes schématiques des vallées à barre calcaire.

La figure ci-jointe aidera à faire comprendre ce mécanisme. Elle montre la variation du profil transversal de la vallée selon une même section. Tout d'abord la forme large AA s'est établie dans les terrains tendres recouvrant la barre calcaire, puis, le torrent s'approfondissant, il s'est creusé une gorge profonde et étroite dans ces calcaires jurassiques BBB. Enfin, attaquant les gneiss, le profil s'est disposé suivant CC. Aujourd'hui encore, ces trois profils sont ceux qui caractérisent la vallée en amont du barrage calcaire, dans celui-ci et en aval. On voit ces dispositions se traduire dans les sections de la vallée de l'Aar, de la Kander, de la Linth et du Rhône. Si le profil d'équi-

libre de ces cours d'eau s'abaissait, la section s'ouvrirait là où se trouve le défilé actuel, mais celui-ci continuerait à exister un peu plus en aval.

Ainsi, il devient évident que ces barres calcaires sont le résultat des influences génétiques et tectoniques passives.

On voit, dans cette explication nouvelle, à laquelle nous sommes amenés par la généralité d'un même phénomène, que les glaciers n'ont eu nullement à intervenir dans la préservation de la barre contre l'érosion de l'eau courante. C'est au contraire la présence de la barre du Kirchet qui est la cause de la variation d'emplacement du cours de l'Aar.

Il nous reste maintenant à chercher comment le torrent a pu aussi changer si aisément de voie.

Jusqu'au haut de la gorge actuelle, jusque dans le haut de la Finstere Schlaucht et de la Trockene Schlaucht du Lammwald on voit des marmites de géant. Du haut en bas le creusement de ces gorges est ainsi dû à l'action de l'eau. Cela nous montre que *chaque fois* que l'Aar a changé de lit elle a dû changer considérablement de niveau. On remarque en outre que le remplissage par la moraine des différentes gorges abandonnées est plus considérable dans leur partie amont qu'en aval. C'est ainsi que la gorge sèche

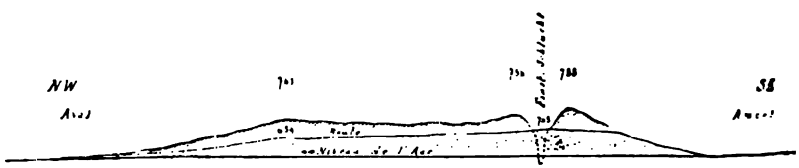


Fig. 4. — Coupe longitudinale du Kirchet, suivant la grande route, montrant le remplissage d'une ancienne gorge. Echelle 1 : 25000.

du Lammwald est presque entièrement évidée en aval (Fig. 4), tandis qu'elle est presque totalement remplie à sa

confluence avec la Finstere Schlaucht. Il en est de même de la gorge qui suit la grande route. Ces constatations nous amènent à l'explication suivante. Le glacier de l'Aar en arrivant contre la barre du Kirchet a dû être gêné dans sa marche. Franchissant la barre, il a dû remplir la première gorge avec la moraine de fond et la moraine superficielle, et il continue son acheminement dans la vallée inférieure du Hasli. S'est-il établi, en amont de la muraille calcaire, une sorte de glacier mort, sous la partie supérieure plus mobile du glacier ? Là où les glaciers rencontrent un obstacle, ils le franchissent en l'arrondissant. Cela se voit admirablement sur la pente amont des collines de Chiètres ; la masse entière se meut jusque dans ses parties profondes. Si dans cet état le glacier s'était retiré, un lac se serait formé sur l'emplacement du cirque du Hasle im Grund.

Pourquoi l'Aar aurait-elle alors choisi une voie nouvelle en sciant, comme c'est le cas pour la gorge actuelle ? Je suis plutôt porté à croire que la barre du Kirchet, immobilisant, d'une manière relative sans doute, la partie inférieure du glacier a suscité un remplissage complet, par la moraine de fond, de tout le Hasle im Grund, hissant ainsi le torrent sous-glaciaire sur lui-même jusqu'à une hauteur supérieure à un point quelconque de la barre. Le torrent, lors de la disparition du glacier, se serait surimposé dans la barre, tout comme dans les nombreux exemples que j'ai décrits, puis le Hasle im Grund aurait été évidé totalement même plus bas que son niveau actuel (ainsi qu'en témoigne la profondeur des gorges comblées) de toute la moraine de fond qui le remplissait. Ce mécanisme a dû se renouveler autant de fois qu'il y a de gorges comblées. Telle est l'explication à laquelle j'arrive de cette extraordinaire variation du cours de l'Aar dans la barre du Kirchet. Je ne veux pas dire que cette manière de voir soit encore très satisfaisante. Certains faits curieux me paraissent encore difficilement explicables. C'est ainsi que les gorges, jusqu'à

l'actuelle, sont de moins en moins comblées du sud vers le nord. Le long de la montagne, entre Winkel et Geissholz, je ne puis démontrer complètement l'existence d'une ancienne voie, ainsi que je l'ai dit. La deuxième gorge est certaine, mais elle est à peine visible. Celle de la route se voit de loin, puis plus au nord la Finstere Schlucht et la gorge morte du Lammwald sont encore moins remplies. Enfin l'actuelle est certainement la plus évidée. Je ne sais s'il y a dans cette distribution une simple coïncidence ou si l'on doit y voir le résultat d'une accumulation dernière d'une moraine plus puissante sur la rive gauche de la vallée que sur la droite.

Quoi qu'il en soit, nous aurons apporté ici notre obole à l'histoire si passionnante des vallées alpines.

SUR L'HEPTAHYDRATE DE SULFATE DE SODIUM

PAR

L.-C. DE COPPET

Planches XIV et XV en phototypie.

L'heptahydrate de sulfate de sodium $SO^4Na^2, 7H^2O$ cristallise spontanément au-dessous de 18°, dans les solutions de sulfate de sodium qui sont suffisamment *sursaturées* (Lœwel).

Si pour une raison quelconque il se forme du sel de Glauber (décahydrate, $SO^4Na^2, 10H^2O$) dans la solution sursaturée, celle-ci se prend en une masse cristalline de sel de Glauber[1]. En même temps, s'il s'est formé dans la solution des cristaux d'heptahydrate, ceux-ci se voilent, deviennent ternes, et prennent un aspect blanc porcelané caractéristique. Ces faits sont connus depuis longtemps.

On a attribué le trouble qui se produit dans les cristaux de l'heptahydrate $SO^4Na^2, 7H^2O$, au moment où la solution sursaturée se fige, à la cristallisation du décahydrate dans l'eau mère retenue entre les cristaux de l'heptahydrate.

Cette opinion est erronée. Le trouble qui se propage

[1] Dans la très grande majorité des cas, ce sont les poussières de sel de Glauber effleuri en suspension dans l'atmosphère qui provoquent la cristallisation de ce sel dans ses solutions sursaturées (Gernez, Violette).

rapidement dans un cristal d'heptahydrate au contact de la moindre parcelle du décahydrate (cristallisé ou effleuri), intéresse le cristal *tout entier*, et non pas seulement l'eau mère qui peut s'y trouver renfermée. Les expériences suivantes en fournissent la démonstration.

Le 23 novembre 1899 j'ai préparé, dans une série de 13 éprouvettes marquées A, B, C..., des solutions bouillantes de sulfate de sodium. Au fond de chaque tube il y avait un excédent de sel non dissous. Les éprouvettes étaient bouchées avec du coton pour préserver les solutions de l'action des poussières de l'air[1].

Le lendemain il s'était formé un dépôt cristallin transparent de $SO^4Na^2, 7H^2O$ sur le résidu de sel (blanc opaque) qui était au fond des éprouvettes. Ce résidu n'était plus pulvérulent comme la veille, mais aggloméré. La température était à 12°.

Ces éprouvettes ont été abandonnées à elles-mêmes afin de voir si l'excédent de sel (qui était *anhydre* en présence des solutions chaudes), se transformerait à froid en heptahydrate, au contact de la solution et de l'heptahydrate qui s'était formé spontanément.

Lœwel a affirmé que le sulfate de sodium anhydre en présence de l'eau (et à l'abri bien entendu de l'action des poussières atmosphériques) se transforme peu à peu en heptahydrate, pourvu que la température à un moment donné se soit abaissée jusqu'à 18°[2].

Mes expériences ont pleinement confirmé cette observation de Lœwel. Déjà le 30 novembre, on a pu constater

---

[1] Il est indispensable de *stériliser* préalablement le coton qui sert à boucher les tubes en le chauffant pendant un temps suffisant, à une température supérieure à 33°. A 33° le sel de Glauber effleuri subit une transformation qui lui enlève le pouvoir de faire cristalliser les solutions sursaturées.

[2] Il semblerait, en effet, que l'heptahydrate ne peut prendre spontanément naissance qu'au-dessous de 18° environ. Une fois formé, il faut le chauffer jusqu'à 27° environ pour le détruire.

FIG. 1

FIG. 2

FIG. 3

Décomposition rapide de l'Heptahydrate de sulfate de sodium par l'effet de son contact avec le sel de Glauber « effleuri ».

que les dépôts de sel au fond des tubes perdaient peu à peu de leur aspect blanc opaque et devenaient sensiblement translucides. Mais ce n'a été qu'au bout de 17 à 18 mois, c'est-à-dire en avril et mai 1901, que la transformation a été complète dans tous les tubes. Alors le sel au fond des tubes ne pouvait plus être distingué de l'heptahydrate avec lequel il formait une seule masse transparente et homogène.

Il est à noter toutefois que les observations ont dû être interrompues du 31 mai au 21 décembre 1900. D'après les indications de thermomètres à maxima et à minima, la température des tubes a dû s'élever pendant ce temps jusqu'à 28°,7, et tomber ensuite jusqu'à 10°,8. Cette élévation de température a dû suffire pour détruire momentanément l'heptahydrate déjà formé; mais ce sel a dû se reconstituer lorsque la température est tombée au-dessous de 18°. La comparaison de l'état des tubes le 21 décembre 1900 avec une photographie de ces mêmes tubes qui avait été faite le 29 mai 1900 a permis de constater que leur aspect général était redevenu le même. La couche d'eau mère seulement avait beaucoup diminué par suite de l'évaporation de l'eau.

En avril et mai 1901, toute l'eau des solutions s'était complètement évaporée et il ne restait dans les tubes que de l'heptahydrate *sec*. Le sel sur les parois des tubes était plus ou moins effleuri, et sur l'heptahydrate au fond du tube C il y avait une couche de sel effleuri, en poudre très fine, de 4 millimètres d'épaisseur.

La fig. 1, pl. XIV, qui est la reproduction d'une photographie faite le 5 juin 1901, montre l'état à cette date du contenu du tube A. *Il ne restait plus trace de liquide.* Le sel sur les parois du tube était partiellement effleuri. La masse cristalline, au fond du tube, était parfaitement transparente, mais sa surface supérieure apparaissait terne par suite d'un commencement d'efflorescence.

Ce même jour, on a expérimenté l'effet du *sel de Glauber* (décahydrate) *effleuri* sur l'heptahydrate du tube A. Le sel de Glauber effleuri avait été conservé pendant plusieurs mois dans un air parfaitement sec. Il était *complétement* effleuri, c'est-à-dire *anhydre*. Il a été fait 6 photographies du tube A dans les conditions suivantes :

Numéro d'ordre des épreuves photographiques.	Heures auxquelles les épreuves ont été faites.	Intervalle de temps entre 2 épreuves successives.
1	11 h. 12 m. 1 sec.	
2	11 » 12 » 8 »	7 sec.
3	11 » 12 » 15 »	7 »
4	11 » 12 » 31 »	16 »
5	11 » 13 » 9 »	38 »
6	11 » 15 » 53 »	164 »

Ces épreuves sont reproduites par la phototypie (pl. XIV et XV et fig. 1 à 6).

La fig. 1 fait voir l'aspect que présentait l'heptahydrate dans le tube A avant d'avoir été mis en contact avec le sulfate de sodium anhydre obtenu par efflorescence du sel de Glauber. L'heptahydrate était, je le répète, *parfaitement sec*.

Pendant les 7 secondes qui se sont écoulées entre la première et la deuxième épreuve, on a retiré, pour un instant, le tampon de coton qui bouchait le tube, et l'on a projeté sur la surface de l'heptahydrate une petite quantité de sel de Glauber effleuri. Ce sel de Glauber effleuri se voit très bien dans la fig. 2, à la surface de l'heptahydrate. On constate également que l'heptahydrate a commencé à se troubler dans sa partie supérieure.

Au moment où la troisième épreuve a été faite (fig. 3), c'est-à-dire 7 secondes après la deuxième épreuve, le trouble avait envahi toute la masse de l'heptahydrate, lequel avait pris un aspect laiteux.

11 h. 12 m. 31 sec.

FIG. 4

11 h. 13 m. 9 sec.

FIG. 5

11 h. 15 m. 53 sec.

FIG. 6

Décomposition rapide de l'Heptahydrate de sulfate de sodium par l'effet de son contact avec le sel de Glauber « effleuri ».

Seize secondes plus tard (fig. 4), c'est-à-dire moins d'une demi-minute après son premier contact avec le sel de Glauber effleuri, l'heptahydrate avait perdu toute transparence, et au bout de 2 ou 3 minutes (fig. 5 et 6) il était devenu complètement blanc, opaque et en apparence *amorphe*. Son aspect ne s'est plus modifié après la sixième épreuve photographique.

Cette expérience, répétée avec d'autres tubes, a toujours donné le même résultat. Dans le tube C, l'heptahydrate cristallisé était recouvert, ainsi qu'il a été dit plus haut, d'une couche d'heptahydrate effleuri de 4 millimètres d'épaisseur. Le décahydrate effleuri a agi sur le cristal d'heptahydrate, à travers la couche d'heptahydrate effleuri, aussi rapidement que dans les autres expériences.

Ce qui précède démontre que lorsque les cristaux d'heptahydrate de sulfate de sodium sont plongés dans leur eau mère, et que cette eau mère se fige, le trouble qui envahit alors les cristaux d'heptahydrate n'est pas dû à la cristallisation de l'eau mère qui peut se trouver retenue entre ces cristaux. Ce trouble est dû à la désagrégation des cristaux de l'heptahydrate, qui sont pour ainsi dire *foudroyés*, radicalement détruits en peu de minutes, s'ils sont touchés en un point quelconque de leur surface par la moindre parcelle de sel de Glaubler cristallisé ou effleuri.

La transformation que subit l'heptahydrate de sulfate de sodium lorsqu'il est mis en contact avec du sel de Glauber effleuri donne lieu à un *dégagement de chaleur très sensible*.

Dans les *Leçons de chimie physique* de M. J. H. van't Hoff[1], il est deux passages relatifs à l'heptahydrate de sulfate de sodium qui peuvent donner lieu à des méprises.

[1] *Leçons de chimie physique*, par J. H. van't Hoff, traduit de l'allemand par M. Corvisy. Paris, 1898.

Dans la première partie de cet ouvrage il est dit en note, à la page 58, parlant de l'heptadydrate de sulfate de sodium : « Avec le temps, ce sel devient trouble, puis d'un blanc de porcelaine, par suite de la transformation :

$$10SO^4Na^2, 7H^2O = 7SO^4Na^2, 10H^2O + 3SO^4Na^2. \text{ »}^1$$

Plus loin (p. 62), il est dit que « le changement caractéristique qu'éprouve l'heptahydrate, qui se transforme peu à peu en une masse porcelanée », doit être attribué au fait que la tension de l'heptahydrate est plus grande que celle du décahydrate.

Ces passages sont de nature à donner au lecteur l'impression que la transformation de l'heptahydrate se produit *spontanément* et *lentement*. « L'heptahydrate, est-il dit, devient trouble *avec le temps ;* il se transforme *peu à peu* en une masse porcelanée. »

En fait, *aucun cas de transformation spontanée de l'hydrate* $SO^4Na^2, 7H^2O$ *n'a été enregistré jusqu'ici par aucun des auteurs qui ont étudié ce sel.* Cette transformation a toujours été provoquée par la cristallisation du décahydrate dans l'eau mère où l'heptahydrate s'était formé ; ou bien, comme dans mes expériences, par suite du contact de l'heptahydrate avec du décahydrate effleuri. Dans l'un et l'autre cas, pour que la transformation de l'heptahydrate ait lieu, il a fallu *le contact d'une parcelle de décahydrate cristallisé ou effleuri.* Jamais la transformation ne s'est faite spontanément.

Est-ce à dire que la transformation de l'heptahydrate ne *puisse* avoir lieu spontanément ? Pour des raisons théori-

[1] Il est très possible que l'heptahydrate de sulfate de sodium se dédouble en décahydrate et en sel anhydre, comme l'indique M. van't Hoff. Mais si le dégagement de chaleur qui accompagne la réaction suffit pour faire monter la température à 33°, la formation du décahydrate doit être momentanément arrêtée. Au-dessus de 33°, le décahydrate ne peut pas exister.

ques que j'exposerai dans un prochain mémoire, je crois la tranformation spontanée de l'heptahydrate de sulfate de sodium *possible* à la température ordinaire. Mais, en admettant cette possibilité, le cas ne doit se présenter que *très rarement*. Il paraît indubitable, en effet, que l'heptahydrate de sulfate de sodium peut être conservé très longtemps (plusieurs années) entre des limites convenables de température, et à l'abri du contact du sel de Glauber bien entendu [1]. D'autre part, il ne paraît pas douteux qu'*un abaissement suffisant de la température* ne provoque en tout temps la transformation de l'heptahydrate sans l'intervention du sel de Glauber. Mais l'expérience n'a pas encore été faite [2].

Pour ce qui est de la *durée* de la transformation de l'heptahydrate, j'ai observé que, une fois commencée, elle se termine *rapidement*. J'ai remarqué toutefois que la vitesse de transformation varie sensiblement suivant l'état du sel. Ainsi, elle peut être cinq ou six fois moindre que dans mes expériences avec le sel sec, lorsque les cristaux sont très compacts et limpides, et qu'ils sont plongés dans leur eau mère. La vitesse de transformation semble dépendre aussi, en une certaine mesure, de la température.

J'ai soutenu autrefois [3] que le sulfate de sodium anhydre que l'on obtient par efflorescence du décahydrate (sel de Glauber) n'est pas moléculairement identique avec le sulfate de sodium anhydre qui a été chauffé au-dessus de 33°.

---

[1] J'ai eu à plusieurs reprises, et pendant plusieurs mois, de nombreux cristaux d'heptahydrate de sulfate de sodium en observation presque journalière. Aucun de ces cristaux ne s'est décomposé spontanément.

[2] Par *transformation* de l'heptahydrate, il ne faut pas entendre, naturellement, la simple déshydratation (efflorescence) du sel. Il s'agit de sa destruction complète, de son dédoublement, d'après l'hypothèse de M. van't Hoff, en décahydrate et en sel anhydre. L'heptahydrate effleuri, mis en contact avec une solution sursaturée de sulfate de sodium, reprend son eau de cristallisation et redevient transparent.

[3] « Comptes rendus de l'Acad. des Sciences », t. 78 (1874)

Il me paraît résulter des observations rapportées dans le présent mémoire que l'heptahydrate de sulfate de sodium *effleuri* constitue une *troisième variété* de sulfate de sodium anhydre. Ces trois variétés ont des *solubilités différentes* et des *propriétés vectorielles qui ne sont pas identiques*.

M. Wyrouboff a découvert trois autres variétés de sulfate de sodium anhydre qui se produisent à des températures plus élevées[1]. Cela ferait six variétés de sulfate de sodium anhydre.

---

[1] « Bull. Soc. franç. de minéralogie », t. 13 (1890) et « Bull. Soc. chim. », Paris (3), t. 25, p. 110 (1901).

PLANTAE TURKESTANICAE

HERBORISATION DANS LE TURKESTAN RUSSE

PAR LE

Dr **Paul JACCARD,** professeur.

Au cours d'un voyage à Samarcande j'eus l'occasion de récolter dans les steppes et les déserts traversés par la ligne du Transcaspien un certain nombre de représentants de la flore automnale de ces régions. Le temps et la littérature nécessaires me faisant défaut pour procéder à une étude complète de mes récoltes, je recourus à l'obligeance de Mme Fedtschenko et M. Boris Fedtschenko, en séjour à l'Herbier Boissier, à Chambésy, pour me déterminer une partie de mes récoltes. Malgré leur concours obligeant, il me reste encore quelques Salsolacées, incomplètement déterminées que je mettrais volontiers à la disposition d'un spécialiste de cette famille polymorphe.

Les trains du Transcaspien, grâce aux arrêts prolongés qu'ils font dans les stations relativement nombreuses de la ligne, sont très favorables pour le botaniste désireux de récolter en peu de temps la flore caractéristique d'une saison sur divers points du grand territoire aralo-caspien.

La flore automnale de la région qui nous occupe étant encore peu connue, il me paraît intéressant de publier mes récoltes, bien qu'elles datent de plus de trois ans.

Mes herborisations ont été faites entre le 24 septembre et le 15 octobre 1897.

* * *

LISTE DES PLANTES RÉCOLTEES

Renonculacées.

Clematis orientalis L. Tchardjouï, Amou-Daria.

Malvacées.

Malva rotundifolia L. Krasnowodsk (bord de la mer Caspienne).

Gossypium herbaceum L. subspontan. Tchardjouï.

Euphorbiacées.

Euphorbia Peplis L. Env. de Samarcande.

Tamariscinées.

Tamarix Pallasii Desv. Env. de Samarcande.

Crucifères.

Alyssum minimum. Mont Agalyk, env. de Samarcande.

Portulacées.

Portulaca oleracea L. Bords de l'Amou Daria ; oasis de Tchardjouï.

Zygophyllées.

Zygophyllum Fabago L. Tchardjouï.

Tribulus terrestris L. Steppes sablonneux de Merw à l'Amou Daria.

Rutacées.

Peganum Harmala L. Krasnowodsk.

Haplophyllum obtusifolium Led. Mont Agalyk, env. de Samarcande.

Haplophyllum Sieversii Fisch. Mont Agalyk, env. de Samarcande.

Térébinthacées.

Pistacia vera L. sub. spont. Env. de Samarcande.

Légumineuses.

ammodendron Karelini F. et M. Iliat. Désert de Kara um.
ammodendron Eichwaldi Led. Krasnowodsk.
alimodendron argenteum Dl. Oasis de Tchardjouï.
stragalus Ammodendron Bge. Krasnowodsk.
» Siewersianus Pall. Mont Agalyk, env. de arcande.
stragalus lasiostylus Fisch. Mont Agalyk, env. de Sacande.
stragalus sp. Steppes aux environs de Kara Koul.
hagi camelorum L. Env. de Bokhara.
norpha fruticosa L. cult. Oasis de Tchardjouï.
ebelia (Sophora) pachycarpa. » »
phora japonica L. cult. » »
ycyrrhiza glabra L. cult. » »
tus corniculatus L. Mont Agalyk, env. de Samare.
edicago sativa L. subspont. Env. de Bokhara.

Rosacées.

ilthemia berberidifolia Pall. Mont Agalyk, env. de arcande.

Onagrariées.

ilobium hirsutum L. v. tomentosum Vahl. Oasis kabad.

Ombellifères.

yngium cœruleum M. B. Mont Agalyk, env. de Samare.

Plombaginées.

atice otolepis Schrenk. Env. de Bokhara.

Boraginées.

eliotropium micranthos Pall. Chich, désert de Kara l.

Heliotropium sp. Krasnowodsk.

Trichodesma incanum Bge. Mont Agalyk, env. de Samarcande.

Anchusa italica Retk. Mont Agalyk, env. de Samarcande.

Convolvulacées.

Convolvulus subsericeus Schrenk. Mont Agalyk.

» sogdianus Bge. Geok Tépé.

Cuscuta Lehmanniana Bge. sur Alhagi ; oasis de Tchardjouï et de Bokhara.

Cressa cretica L. Steppes de Bokhara.

Asclepiadées.

Cynanchum acutum L. v. longifolium Boiss. Steppes de Bokhara.

Scrophulariacées.

Scrophularia sp. Mont Agalyk, env. de Samarcande.

Verbascum sp. » »

Dodartia orientalis L. Désert de Kara Koum.

Labiées.

Origanum vulgare L. Mont Agalyk.

Composées.

Karelinia caspia L. Mont Agalyk et oasis de Tchardjouï.

Lactuca orientalis L. Geok Tépé.

Centaurea diffusa. Mont Agalyk.

Artemisia sericea Weber. Mont Agalyk.

» campestris L. »

» annua L. Env. de Samarcande.

» maritima L. Takir et Krasnowodsk.

Salicinées.

Populus Euphratica Oliv. Oasis de Tchardjouï.

Eleagnées.

Eleagnus hortensis M. B. v. angustifolius cult. Tchardjouï.

Polygonées.

Atraphaxis spinosa L. Env. de Krasnowodsk.

Calligonum acanthopterum Borscz. var. setosa. Désert de Kara Koum.

Calligonum sp. Désert de Kara Koum.

Polygonum aviculare L. Steppes de Bokhara.

Chenopodiacées.

Schanginia linifolia C. A. M. Env. de Bokhara.

Ceratocarpus arenarius L. »

Agriophyllum latifolium Fisch et Mey. Désert de Kara Koum.

Gamanthus gomocarpus Moq. Geok Tépé, de Merw à l'Amou Daria.

Halimocnemis mollissima Bge. De Merw à l'Amou Daria.

Halimocnemis obtusifolia C. A. M. Steppes de Bokhara.

Halocharis hispida C. A. M. D'Askabad à Merw; Geok Tépé; oasis de Tchardjouï et de Bokhara.

Halostachys caspia Pall. Krasnowodsk.

Halocnemum strobilaceum. »

Haloxylon Ammodendron Bge. Kranowodsk, et tout le territoire des dunes.

Horaninowia ulicina C. A. M. Peski. Désert de Kara Koum.

Kochia scoparia Schrad. Env. de Bokhara.

» hyssopifolia v. caspia Schrad. Env de Bokhara et Tchardjouï.

Girgensohnia (Salsola) oppositifolia Pall. Takir; Bokhara; Kara Koul.

Salsola verrucosa. Krasnowodsk.

Salsola arbuscula Pall. Krasnowodsk ; steppes de Bokhara.

Salsola subaphylla C. A. M. Krasnowodsk ; steppes de Bokhara, et Kara Koul.

Salsola rigida. Steppes de Bokhara.
» Kali L. Geok Tépé, Peski. Bokhara.
» brachiata (?) Krasnowodsk.
» incanescens C. A. M. Steppes de Bokhara.
» crassa M. B. Krasnowodsk ; steppes de Bokhara.
» lanata. Steppes de Bokhara.
» carinata C. A. M. Krasnowodsk, et d'Askabad à Merw.

D'après M. Litwinow, auquel je dois diverses déterminations, cette espèce n'est pas identique à S. sclerantha C. A. M., comme le croyait Bunge.

Salicornia herbacea L. Krasnowodsk.

Sueda sp. Tchardjouï.
» Krasnowodsk.
» Steppes de Bokhara.

Amaranthus sylvestris Desv. var. græcizans. Bokhara.

Atriplex sp. Steppes de Bokhara.
» Amou Daria.
» Krasnowodsk.
» Besmein.

Liliacées.

Eremurus Olgae Rgl. Mont Agalyk, env. de Samarcande.

Cypéracées.

Cyperus fuscus. Oasis de Geok Tépé.
» rotundus L. »

Graminées.

Æluropus littoralis Parl. Steppes de Bokhara.

Bromus squarosus L. Mont Agalyk.

Elymus crinitus Schreb. »

Echinochloa crus galli P. d. B. Oasis d'Amou Daria.

Eragrostis sp. Mont Agalyk.

Phragmites communis Trin. Oasis d'Amou Daria.

Aristida pungens Desf. Kara Koul et tout le territoire des dunes.

* * *

Les récoltes que j'ai pu faire très à la hâte entre la Caspienne et Samarcande comprennent une centaine d'espèces se rattachant à vingt-quatre familles.

A part quelques espèces triviales des oasis et quelques plantes cultivées que je n'indique que pour mémoire, la plus grande partie des espèces susmentionnées sont des plantes de steppes à caractère xérophyle.

Au point de vue biologique elles présentent surtout les types d'adaptation suivants :

1° *Carnosité* des feuilles, des rameaux et des enveloppes florales (périgone, bractées) avant la maturité.

Les organes charnus et succulents se dessèchent après la maturité, les fruits sont alors souvent pourvus d'ailettes comme chez plusieurs Salsola, Haloxylon, Atraphaxis, ou d'une véritable chevelure de filaments ramifiés comme chez les Calligonum. J'ai eu l'occasion d'observer entre deux vagues de sable, dans les dunes, des amoncellements de fruits de Calligonum formés par le vent et atteignant demi-mètre d'épaisseur.

2° Les Cressa cretica et Statice otolepis sont remarquables par leur *hygroscopicité*. Ces plantes de couleur cendrée sont couvertes de petits cristaux analogues à ceux des Reaumuria signalés dans les déserts de Lybie et que j'ai eu l'occasion d'observer en Egypte. Elles sont complètement sèches lorsqu'on les récolte au milieu du jour, mais, même sous presse, absorbent l'humidité de l'air pendant la nuit avec une telle intensité que d'épais coussins de papier buvard sont complètement mouillés.

Ce phénomène se continue pendant trois ou quatre jours en mouillant toujours de nouvelles couches de papier.

3° Plusieurs espèces possèdent une *villosité* très accentuée qui s'ajoute quelquefois à la carnosité, comme chez le Gamanthus gomocarpus et le Salsola lanata.

Parmi les espèces les plus intéressantes pour le territoire des dunes, on remarque, outre le Saxaoul (Haloxylon Ammodendron) qui se propage de plus en plus, l'Aristida pungens, graminée psammophile, voisine des Stipa dont elle possède le fruit pénétrant et dont les longues racines s'enfoncent dans la dune en s'entourant d'un manchon de sable très adhérent. Ces deux espèces, grâce aux efforts des constructeurs de la ligne du Transcaspien, envahissent de plus en plus les dunes du Kara Koul qu'elles immobilisent sur tout le parcours de la voie ferrée.

Une excursion au Mont Agalyk, aux environs de Samarcande, ne m'a fourni, vu l'avancement de la saison, qu'un petit nombre d'espèces : Sur les pentes brûlées de la montagne se dressaient encore les tiges desséchées de l'Eremurus Olgae et celles de l'Astragalus Siewersianus dont les fruits ovales, de la grosseur d'un œuf de pigeon et couverts d'un beau duvet de coton blanc, jonchaient le sol en formant parfois des amoncellements de dix centimètres d'épaisseur.

LES
BLOCS CRISTALLINS DE LA HORNFLUH
(PRÉALPES BERNOISES)

Notice géologique par **Georges RŒSSINGER,**
avec analyses microscopiques
par **Arthur BONARD,** docteur ès-sciences.

Planche XVI.

Les blocs cristallins des Préalpes.

Parmi les singularités des Préalpes romandes, cette fraction si singulière des Alpes, il faut mentionner la présence d'un petit nombre de pointements cristallins, d'étendue très restreinte, tous situés dans la région de la Brèche jurassique (Brèche du Chablais ou de la Hornfluh)[1]. Huit de ces pointements se rencontrent dans le Chablais, un neuvième dans les Préalpes bernoises (vallée des Fenils, près de Gessenay).

Ils sont formés en général de roches basiques (serpentine, diabases et gabbros, porphyrites diverses, kersantite), deux sont constitués par une roche acide (protogine).

Ces pointements sont curieux à bien des points de vue. Leur situation, par exemple, est des plus bizarres, puisque formés de roches cristallines anciennes, triasiques ou primaires, ils se rencontrent au sein de montagnes mésozoï-

[1] Dans un prochain travail nous ferons connaître des affleurements de terrain cristallin situés en dehors de la région de la Brèche, à savoir dans la partie de la Zone des cols comprise dans la vallée de Lauenen.

ques et tertiaires et sont en général en contact avec le Flysch !

Aussi, ils ont intrigué de tous temps les géologues.

A l'origine, évidemment, on les envisagea comme *en place ;* les uns furent pris pour des dykes, les autres pour les sommets d'une chaîne cristalline saillant hors du Flysch. Mais aucune de ces hypothèses n'expliquait bien toutes les particularités de leur étude géologique et M. Michel-Lévy, qui les a soumis à une recherche pétrographique détaillée[1], était obligé, les croyant en place, de les traiter d'*exceptionnels*.

L'interprétation moderne de ces pointements est due à M. Hans Schardt : il les envisage comme des masses *sans racines*, c'est-à-dire entièrement englobées dans le Flysch et sans liaison directe avec des massifs internes profonds. Il ne s'agit donc pas de pointements proprement dits, mais de *blocs exotiques*. M. Schardt admet que ces blocs ont été arrachés à des zones alpines internes et transportés à leur place actuelle pendant le charriage général des Préalpes.

Ce savant a en effet émis une théorie grandiose et bien connue, d'après laquelle les Préalpes représentent un empilement de nappes sédimentaires qui étaient jadis situées dans les parties centrales des Alpes (Valais ou même Piémont !), qui ont glissé le long du versant nord lors des premières surrections de la chaîne et qui finalement sont venues s'échouer les unes sur les autres, à leur emplacement actuel, au pied de la chaîne. En se mettant en marche, les nappes de charriage ont arraché au substratum cristallin mis à nu, de menus fragments qui représentent aujourd'hui précisément les blocs cristallins des Préalpes. On sait, en effet, que des roches assez semblables à celles

[1] M. Michel-Lévy, *Etudes sur les pointements de roches cristallines du Chablais.* « Bull. Carte géol. de la France », T. III, 1892.

de ces blocs se rencontrent dans les Hautes-Alpes, au sud des Préalpes, la protogine au Mont-Blanc et dans le massif de l'Aar, les roches basiques dans le haut des vallées latérales gauches du Rhône, en Valais [1].

M. Lugeon [2] s'est attaché à montrer combien cette théorie explique mieux que les autres les singularités offertes par l'étude des blocs cristallins. Avec elle, en effet, on comprend que les roches qui encaissent ces blocs ne présentent pas de métamorphisme puisque leur contact avec les blocs est purement mécanique ; on comprend aussi que les blocs soient accompagnés parfois d'affleurements restreints, primaires ou secondaires, encastrés avec eux dans le Flysch. Ces affleurements représentent des débris sédimentaires qui ont été arrachés et charriés avec le terrain cristallin ; on comprend de même que les blocs se rencontrent toujours au sein du Flysch et soient si fréquemment associés à des brèches, car ces deux particularités sont communes à tous les blocs exotiques, cristallins ou autres, de la zone du Chablais.

L'étude des blocs cristallins a donc une grande importance pour la théorie des Préalpes.

Les blocs de la Hornfluh.

Aux neuf blocs déjà connus on en peut maintenant ajouter un dixième, situé non loin de celui des Fenils. J'ai eu la chance de le découvrir dans l'été 1899 et je suis retourné l'étudier dans l'été 1900. Il est situé près de Gessenay (Préalpes bernoises), au nord-nord-ouest du sommet de la Hornfluh, et, plus exactement, si je l'ai bien repéré, sur le *r* du mot Wittern de la carte Siegfried (feuille 462).

[1] Hans Schardt, *L'origine des Préalpes romandes*, « Archives sc. phys. et nat. Genève », T. XXX, 1893.

[2] Maurice Lugeon, *La région de la Brèche du Chablais*, « Bull. Carte géol. France », T. VIII, 1896-1896.

C'est un bloc d'ophite très altérée [1]. Il est caché sous un petit bois. Il est fortement en saillie et affleure suivant une petite paroi allongée du sud-ouest au nord-est, longue peut-être de vingt mètres et haute de trois à cinq. La roche se délite suivant des plans en blocs assez volumineux.

Autour de la paroi cristalline la végétation cache entièrement le sous-sol ; elle couvre sans doute une minime couche de glaciaire, qui est très abondant dans toute la région. Cependant, à l'extrémité nord-est du bloc, végétation et glaciaire font défaut, heureusement, et l'on voit ce que représente le croquis.

L'ophite qui se montre au bord sud-ouest de la figure appartient à l'extrémité nord-est du grand bloc. Les autres affleurements de la même roche représentent : soit une série de blocs isolés, de taille plus petite, soit le prolongement très aminci du grand bloc lui-même. La terre et la végétation qui voilent les contacts, empêchent de se prononcer pour l'une ou l'autre des alternatives, mais l'aspect général est très en faveur de la première. Quoi qu'il en soit, ces blocs isolés, ou ce prolongement du bloc principal, sont encastrés dans du Flysch typique, qui affleure au-dessus et au-dessous, et que l'on constate aussi immédiatement sur l'extrémité nord-est du grand bloc (voyez croquis). Ce Flysch est formé de schistes feuilletés renfermant du grès fin calcaire et quartzeux, micacé, plaqueté, ainsi que de la brèche calcaire fine. La teinte générale est brunâtre à cause de la terre environnante qui souille la surface de l'affleurement. Le Flysch qui est sur l'extrémité du grand bloc consiste en un banc de grès. J'ai relevé dans le Flysch qui est près des blocs isolés un plongement sud-ouest de 35° et un plongement sud.

[1] Rappelons que Studer a déjà trouvé des débris cristallins près de la Horsfluh, à savoir aux Mosses de Gessenay. Mais il s'agissait de granite rose, il ne peut donc y avoir confusion avec les blocs de Wittern (dans H. Schardt, *Les Régions exotiques du versant nord des Alpes suisses*, T. XXIV, 1898, p. 081).

Le bloc de Wittern n'est pas le seul sur la Hornfluh. En 1900, en allant l'étudier, j'ai trouvé au nord ou nord-ouest de l'extrémité nord-ouest de la Weissenfluh et à quelque 250 mètres de celle-ci, des blocs épars, formés par une ophite identique à celle de Wittern. C'est sur un sentier non indiqué dans la carte Siegfried, à la lisière d'un petit bois, en un endroit appelé « Lägerli » par les gens du pays. Le volume de chacun des blocs ne dépasse pas le mètre cube ; ils sont enfouis par la base dans la terre, mais ne paraissent pas avoir racine dans le sous-sol. Leurs abords immédiats ne montrent que la végétation ou du terrain meuble. Ils sont peut-être éboulés mais on ne voit aucune saillie rocheuse d'où ils pourraient être tombés, et je n'ai pas eu le temps d'explorer la montagne au-dessus d'eux.

Il est probable qu'on découvrira encore d'autres blocs de roches analogues sur la Hornfluh, car ceux qui viennent d'être mentionnés ont été trouvés sans bien chercher, au cours de deux rapides excursions.

Analyse minéralogique.

M. le Dr Bonard a eu l'obligeance de faire l'analyse microscopique des diverses roches dont il vient d'être question.

L'échantillon 1 (brèche calcaire fine) a été pris dans le Flysch qui encaisse les petits blocs, à Wittern ; l'échantillon 2, dans le banc de grès superposé au grand bloc ; 3, dans le grand bloc lui-même ; 4 enfin, provient des blocs d'ophite de la Weissenfluh.

Voici l'analyse de ces échantillons :

Echantillon 1. — Poudingue à galets de calcaire (oolitique ou non) et de schiste micacé.

L'aspect extérieur de la roche est nettement hétérogène. Certaines parties, d'une couleur noir-bleuâtre, sont for-

mées de calcaire compacte (finement agrégé) ; d'autres, d'un blanc laiteux, sont de la calcite en grands cristaux. On reconnaît enfin les galets de schiste micacé à leur apparence un peu cornée.

Au microscope, l'hétérogénéité de la roche est encore plus sensible. Nous décrirons rapidement les caractères microscopiques des deux sortes de galets qui la constituent.

Galets de calcaire. La *calcite* qui compose ces galets apparaît sous des aspects différents : elle se présente :

1. En grandes plages limpides, sans contours cristallographiques, avec des systèmes de clivages francs et nets, mais parfois curvilignes, ce qui dénote une compression subie. Ces plages, quand elles ne sont pas de dimensions trop grandes, sont quelquefois isolées au milieu d'agrégats de quartz ;

2. En agrégats étendus de fins éléments à peine réductibles aux plus forts grossissements ;

3. En agrégats oolitiques. Les oolites affectent des formes variées : elles sont sphériques, elliptiques, ovoïdes, etc. L'enveloppe en est généralement homogène. Cependant, un certain nombre d'entre elles possèdent une structure nettement écailleuse. Le centre d'une oolite est occupé soit par un cristal unique de calcite, soit par de la calcite en fins éléments, soit par de fins éléments de calcite et de quartz mêlés, soit, enfin, par des grains agrégés de quartz. Parfois aussi, la paroi de l'oolite est tapissée intérieurement par des aiguilles de quartz qui convergent vers le centre; celui-ci est alors formé de calcite agrégée.

Galets de schiste micacé. Ces galets sont composés de *quartz*, de *muscovite* et de *chlorite*. Le quartz s'y trouve en grains allotriomorphes, de grandeur assez uniforme, à extinctions un peu roulantes. On en voit aussi en agrégats recristallisés, à fragments intimement compénétrés, ou en grandes plages à extinctions franches. La muscovite et la

chlorite sont orientées suivant une direction unique qui est une direction de laminage. Ces deux éléments proviennent d'une biotite préexistante dont la transformation a également libéré un peu de fer titané.

Echantillon 2. — Roche hétérogène : grès à ciment calcaire. L'aspect extérieur en est nettement gréseux ; la couleur gris-brunâtre. Des filons ramifiés de calcite sillonnent la masse, reliant entre eux des paquets du même minéral.

Au microscope, on voit de la *calcite* et du *quartz*, l'une et l'autre en grains finement agrégés, formant un ciment abondant dans lequel sont pris de grands cristaux de quartz. Quelques cristaux, sporadiques, d'un *plagioclase alcalin* et de *muscovite*.

Echantillons 3 et 4. — Ophite hypo-abyssique ou gabbro hypo-abyssique. C'est une roche à grain moyen et d'une couleur générale verte due à l'abondance de la chlorite.

Au microscope, on reconnaît un *feldspath* et de la *chlorite* assemblés suivant une texture semi-ophitique. Le feldspath est en prédominance. Il est très déchiqueté et rempli d'impuretés d'origine extérieure : ces deux raisons en empêchent la détermination optique. On y reconnaît cependant aisément la macle de Carlsbad et les macles de l'albite et du péricline. Il est probable que ce feldspath est l'albite ayant remplacé un feldspath plus basique. Quelques traces de microcline. La chlorite, très abondante, est ce qui reste d'un pyroxène antérieur. La roche est une roche décalcifiée. On trouve encore quelques traces de *biotite*, des grains de *sphène* et de *fer titané*, de l'*apatite*.

Conclusions.

La géologie de la Hornfluh est encore trop mal connue pour que l'on puisse essayer de comprendre quel rôle y jouent les blocs cristallins. Il est cependant intéressant de

constater que les blocs de Wittern sont accompagnés par le Flysch, comme tous les blocs pareils des Préalpes.

L'analyse de la roche montre que, par leur nature pétrographique aussi, les blocs de la Hornfluh se relient aux autres blocs des Préalpes, car on a trouvé dans le Chablais des diabases ophitiques et des gabbros. L'état de grande altération de la roche de la Hornfluh empêche du reste toute comparaison de détail.

L'analyse des roches sédimentaires qui encaissent les blocs de Wittern est intéressante, surtout à deux points de vue :

1. Elle ne révèle aucune trace de métamorphisme de contact ;

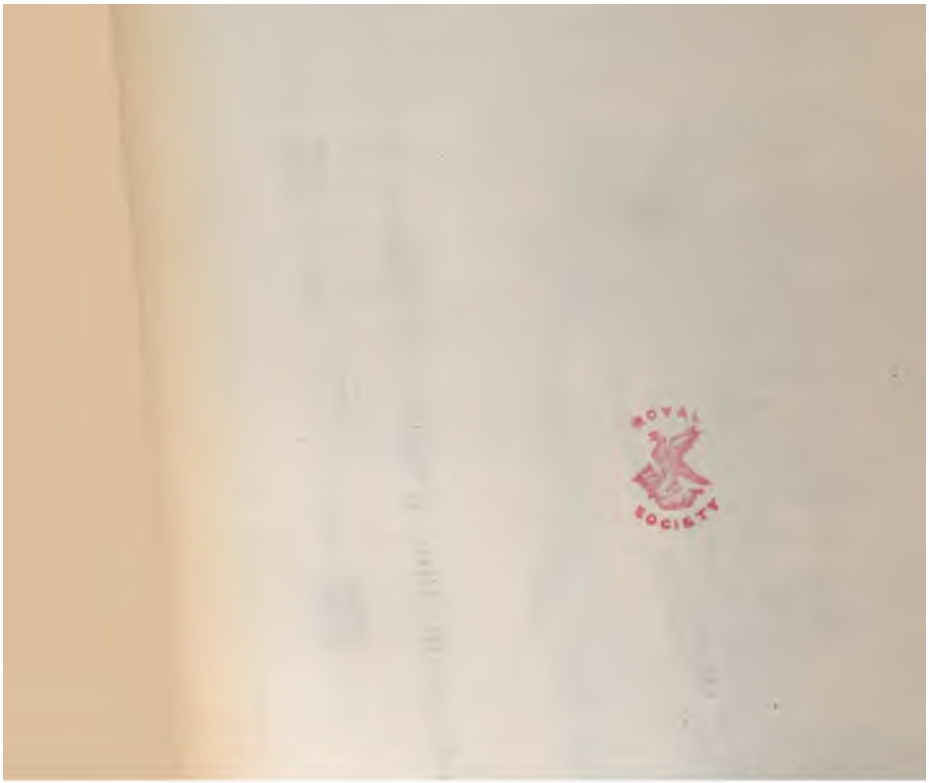
2. Par contre, elle signale à plusieurs reprises des effets de compression ou de laminage.

Ceci est tout à fait d'accord avec la théorie d'après laquelle les blocs cristallins sont des masses étrangères, venues *par voie mécanique* en contact avec le Flysch.

Extrémité nord-est du bloc d'Ophite de Wittern (Hornfluh).

Ophite *Flysch* *Terrain nu* *Végétation* *G.R. 1901.*

UTH. J. CHAPPUIS, LAUSANNE.


ROYAL
SOCIETY

LES MATIÈRES ORGANIQUES DANS L'EAU DU LAC

PAR

F.-A. FOREL

Si nous étudions la destinée des matières organiques existantes dans l'eau d'un lac, nous pouvons établir les points suivants :

1. Les matières organiques ont deux origines :

a) Les gaz de l'atmosphère qui sont ou dissous par l'eau en contact avec l'air, ou déversés par la pluie et autres précipitations; oxygène, acide carbonique, acides nitreux et nitrique, ammoniaque, peuvent être assimilés par les plantes vivant dans le lac et organisés.

b) Les matériaux organiques déversés par les affluents dans le lac. Ils sont ou bien à l'état de solution dans l'eau, ou bien à l'état organisé, sous forme d'animaux ou de plantes, vivants ou morts.

2. Ces derniers, les matériaux organisés, sont rendus solubles par les sécrétions glandulaires, ou sont dissociés par la fermentation putride *post mortem ;* ils sont ainsi réduits à l'état liquide ou à l'état gazeux et sont incorporés comme tels dans l'eau du lac.

3. Donc tous les matériaux organiques qui sont déversés dans le lac passent à un moment de leur carrière à l'état de matières dissoutes dans l'eau.

4. De ces matériaux dissous dans l'eau du lac, la destinée peut être différente.

Une partie subit des incarnations successives ; la matière dissoute est organisée par les plantes et devient matière végétale ; celle-ci peut être mangée par un animal herbi-

vore et devient matière animale ; celle-ci peut être mangée par un animal carnivore, et même passer par plusieurs animaux carnivores, de plus en plus grands et de plus en plus forts. Les mêmes végétaux et animaux à leur tour sont dissociés et dissous par la putréfaction *post mortem* et transformés à l'état de liquides et de gaz, pour recommencer le cycle des incarnations.

Une autre partie, celle qui est volatile, le produit des sécrétions excrémentielles et de la putréfaction, se dégage dans l'atmosphère : oxygène, acide carbonique, méthane, ammoniaque, etc.

5. Les matériaux organiques dissous dans l'eau du Léman représentent environ un centigramme par litre, dix grammes par mètre cube (F.-A. Forel, *Le Léman*, II, 610). La matière organique figurée à l'état de plancton ne forme qu'une fraction minime de celle qui est dissoute dans l'eau, 1/2000 seulement dans les couches supérieures où le plancton est le plus abondant (F.-A. Forel, *Le Léman*, III, 214). Nous ne savons évaluer la quantité des matières organiques qui sont figurées à l'état de poissons lesquels échappent à nos filets à plancton ; elle est certainement encore plus faible que celle du plancton proprement dit.

6. Une partie des matériaux organiques s'échappent du lac par l'émissaire, à l'état de dissolution ou d'organisation. Ne nous inquiétons que de celle qui est dissoute dans l'eau ; c'est la seule qui entre en compte. A raison d'un centigramme par litre dans l'eau du Léman, et de 252 m^3/sec. pour le débit du Rhône, émissaire du lac, la quantité de matière organique dissoute, emportée par l'effluent, s'élève par an à près de 80 mille tonnes.

7. Quelle est l'importance relative des deux voies de débarras des matières organiques hors du lac : d'une part, la voie fluviale, par l'émissaire ; d'autre part, la voie aérienne, sous forme de gaz qui se dégagent dans l'atmosphère ?

Nous ne pouvons l'évaluer directement.

8. Nous y arrivons par voie indirecte en considérant les lacs sans émissaire, les lacs salés.

Dans les lacs salés, les affluents apportent constamment des matières organiques extraites du bassin d'alimentation. En fait de voie de dégagement, il n'y a que la voie aérienne, la dispersion dans l'atmosphère des gaz produits par les sécrétions et par la putréfaction. Or, ce dégagement par voie aérienne suffit parfaitement à enlever assez de matières organiques pour que le lac salé ne soit pas envahi par un excès de ces matières, pour qu'il ne devienne pas une eau putride et infecte.

La faune et la flore de la mer Caspienne, par exemple, sont riches ; par conséquent les eaux de ce lac salé sont saines et pures.

Donc, si la voie aérienne suffit à débarrasser le lac sans émissaire de l'excès des matières organiques qui lui sont sans cesse amenées par les affluents, il faut que ce mode d'évacuation soit puissant et actif.

9. Il en est de même dans un lac à émissaire ; il n'y a aucune raison qui fasse croire que l'évacuation des matières organiques volatiles par dégagement dans l'air, ne fonctionne aussi bien dans un lac muni d'un effluent que dans un lac sans effluent. Donc dans nos lacs à émissaire une quantité notable, très considérable, de matières organiques, prennent la voie aérienne.

10. Donc, dans un lac l'eau se débarrasse par dégagement à l'état volatile d'une partie de la matière organique qui lui avait été apportée par les affluents ; donc l'eau lacustre est moins chargée de matières organiques que l'eau fluviale. Plus exactement, l'eau lacustre contient moins de matières organiques que la moyenne qu'on obtiendrait par l'intégration de la teneur des différents affluents, de débits variables et divers, du lac.

Donc au point de vue de la teneur en matières organiques, l'eau lacustre est de l'eau relativement pure.

Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles
Vol. XXXVII. N° 142. 1901

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE

DES

PERTES D'ÉNERGIE DANS LES DIÉLECTRIQUES

PAR

Paul-L. MERCANTON, ing.-électr.

(Pl. XVII-XXIV.)

INTRODUCTION

Le présent travail a été exécuté pendant les années universitaires 1900 et 1901, au Laboratoire de Physique expérimentale de l'Université de Lausanne, sous la direction de M. le professeur Henri Dufour.

Nous l'avons entrepris avec l'espoir d'apporter quelques faits nouveaux dans le débat relatif aux pertes d'énergie dans les diélectriques soumis à des champs électrostatiques périodiquement variables.

Nous avons donc cherché comment ces pertes dépendent de la composition du diélectrique, de l'intensité et de la fréquence du champ; quelle action enfin les ébranlements mécaniques exercent sur elles.

Ce programme de recherches peut paraître trop vaste. Quelques-unes, en effet, n'ont pu être qu'ébauchées. Cette diversité et cette multiplicité des questions abordées s'expliquent par notre désir de tirer tout le parti possible d'une installation qui avait exigé une préparation fort longue.

Nous voulons espérer toutefois que les matériaux que nous apportons trouveront leur place à l'édifice.

Dans une première partie de ce mémoire, nous résumerons sommairement les travaux antérieurs, puis nous donnerons un aperçu théorique de la question.

Dans une seconde partie, nous décrirons en détail notre méthode et sa mise en œuvre et nous terminerons par l'exposé des résultats expérimentaux.

Mais avant de clore cette introduction, nous tenons à exprimer ici à M. le professeur Henri Dufour, notre profonde gratitude pour l'intérêt et la bienveillance inépuisable dont il nous a sans cesse entouré au cours de ce travail et pour la complaisance avec laquelle il a mis à notre disposition toutes les ressources du laboratoire. Nous remercions en outre vivement M. le Dr Constant Dutoit, assistant de physique à l'Université, dont la très grande habileté technique nous a été infiniment précieuse.

PREMIÈRE PARTIE

§ 1. Aperçu historique et critique.

On doit à Siemens la première constatation d'un échauffement de la bouteille de Leyde quand on la charge (1861)[1], mais l'étude raisonnée des pertes d'énergie dans les condensateurs soumis à des potentiels variables n'a été inaugurée qu'en 1882 seulement par Naccari et Bellati[2]. Au moyen d'une bobine d'induction, ils électrisaient un condensateur, constitué par une double enveloppe de verre, munie d'armatures et dont l'intervalle était rempli de pétrole. La dilatation du liquide décelait l'échauffement du diélectrique, échauffement qu'en 1884 ils reconnurent proportionnel au carré du champ. Peu de temps après, Borgmann[3], à l'aide d'un dispositif thermométrique différentiel comprenant le diélectrique (verre) étudié, arrivait sensiblement au même résultat.

En 1892, Steinmetz[4] soumit un condensateur en papier paraffiné de 3 *mf* à des variations périodiques (fréquence 170) de potentiel (voltage maximum : 80 et 230 volts) et trouva que l'énergie dissipée dans le diélectrique était sensiblement proportionnelle au carré du champ maximum.

Embrassant dans une étroite analogie ces phénomènes et ceux présentés par l'aimantation périodique du fer, il étendit aux diélectriques la notion d'hystérésis et chercha à justifier la formule

$$W = H F^2$$

où W représente l'énergie perdue, F l'intensité maximum du champ, et H une constante dépendant de la nature du corps, relation semblable de forme à celle dont la pratique électrotechnique a consacré l'usage pour l'hystérésis magnétique.

En identifiant les causes des deux ordres de phénomènes et en mettant de la sorte au service des expérimentateurs les méthodes fructueusement utilisées dans l'étude des propriétés magnétiques du fer, Steinmetz ouvrit à la recherche une voie féconde. Par une de ces coïncidences si fréquentes dans l'histoire de la science, M. Kleiner[5] arrivait à peu près en même temps à la même idée que lui.

Cette conception d'un hystérésis diélectrique, si vague qu'elle fût encore, avait le grand mérite de rattacher les phénomènes observés à ceux de la polarisation des diélectriques[4], à ceux du résidu, que venaient d'éclaircir considérablement les beaux travaux de MM. J. Curie et Bouty.

Depuis Steinmetz, les recherches se sont multipliées par différentes méthodes et avec des succès divers. La complexité des phénomènes et le vague où l'on se trouve dès qu'on essaie de pénétrer dans le domaine de la constitution intime des corps expliquent suffisamment que, malgré le nombre des travaux et le zèle des expérimentateurs, notre connaissance en ces matières soit encore si restreinte.

Quelques études récentes ont d'ailleurs réalisé un grand progrès dans la voie de la coordination des faits.

Les méthodes utilisées reposent sur des principes divers.

Quelques auteurs, comme l'avaient fait les premiers chercheurs, se sont attachés à la mesure de l'échauffement produit dans le diélectrique par les variations périodiques du champ.

En 1892, M. Kleiner [5] soumit à ces variations une plaque de paraffine dont une soudure thermo-électrique mesurait l'élévation de température. Il trouva pour la paraffine une perte d'énergie faible, proportionnelle au carré du champ, et montra qu'en portant les deux armatures à des potentiels de valeurs différentes de même signe, variant simultanément, l'échauffement était nul.

Il vérifia en outre pour la paraffine, comme il l'avait fait pour le verre, que l'échauffement est inversement proportionnel au carré de l'épaisseur.

Cette étude fut poussée plus avant sous sa direction, en 1895, par un de ses élèves, M. Duggelin [6].

M. Duggelin formait ses condensateurs de lames diélectriques d'environ un décimètre carré, d'épaisseur variant entre 0,4 et 4 mm., armées, par simple application, sans interposition de matière étrangère, de minces rondelles d'étain, larges de 5 cm. D'une paire de soudures constantan-fer, l'une était soudée, au métal de Wood, au centre d'une des armatures, l'autre était collée au bord nu de la plaque.

Dans les essais sur la paraffine et la colophane, on noyait de préférence la première soudure dans la masse, entre les armatures. De fins fils amenaient à celles-ci le flux d'électricité.

Les soudures entraient dans le circuit d'un galvanomètre sensible.

Le condensateur à étudier A était mis en série avec un

condensateur beaucoup plus grand B, sur le circuit d'une machine de Töpler M. Tous deux étaient munis d'un micromètre donnant généralement 1 mm. d'étincelles.

On commençait les mesures par celle de la différence de température entre les soudures, puis on mettait le galvanomètre hors circuit.

En écartant les pôles de la machine, le circuit électrostatique se fermait par les condensateurs donnant un flux d'étincelles en A correspondant à un nombre restreint en B (1 par seconde environ). On comptait 100 étincelles ou un multiple de 100 à la bouteille de Lane L qui servait à mesurer les charges fournies aux condensateurs par la machine, on fermait le circuit de celle-ci, puis, reliant aussitôt le jeu de soudures au galvanomètre, on lisait la différence des températures.

Le rapport des capacités des condensateurs A et B donnait la fréquence de décharge du condensateur A. La bouteille de Lane mesurait les quantités d'électricité fournies pendant la durée de l'opération.

Les diélectriques liquides remplissaient l'intervalle de deux cylindres concentriques en laiton. La soudure « chaude » était appliquée contre la paroi du cylindre intérieur.

Les expériences ont porté, pour les solides, sur : la paraffine, la colophane, le mica, le verre, le caoutchouc, l'ébonite, la gutta-percha, la cire à cacheter, le quartz; pour les liquides, sur : les huiles de vaseline, de paraffine, de ricin, d'olives, le benzol, le toluol et l'essence de térébenthine.

L'échauffement a été nul pour la paraffine, l'huile de paraffine, l'huile de vaseline, le benzol et le toluol; nul aussi pour le quartz en lame parallèle à l'axe, tandis que le quartz taillé perpendiculairement à l'axe donnait un échauffement de l'ordre de ceux du mica et du verre. Il est intéressant de rapprocher ce dernier fait du résultat obtenu par J. Cu-

rie[7] dans ses mesures de la conductibilité au temps t (rapport de l'intensité du courant de charge à la force électromotrice, au temps t) du quartz.

Cette conductibilité, très faible pour une lame parallèle, est très notable pour une lame perpendiculaire à l'axe optique du cristal.

M. Duggelin a constaté que l'échauffement croît du centre vers les bords de l'armature, comme la densité électrique superficielle.

Enfin, il a trouvé un rapport de *proportionnalité simple* entre l'échauffement et l'intensité du champ.

Ce résultat est en contradiction avec ceux obtenus par les expérimentateurs antérieurs ou postérieurs, qui tous ont *trouvé la proportionnalité à des puissances voisines de 2*.

Les données de M. Duggelin n'ont en réalité qu'une valeur purement qualitative.

Par suite du défaut de protection thermique de la soudure centrale contre le refroidissement, on mesure (des essais nous l'ont prouvé) une faible part seulement de la chaleur développée, qui se dissipe très rapidement dès qu'on supprime le jeu de la machine. En outre, la comparaison des capacités des condensateurs A et B ne peut fournir des valeurs certaines sur la fréquence des décharges en A que si *la capacité de A est indépendante de la fréquence*, ce qui n'est pas le cas précisément quand le diélectrique est capable de s'échauffer.

M. Duggelin attribue la dissipation d'énergie mesurée à un hystérésis des diélectriques.

Il signale enfin ce fait intéressant que les pertes dans le caoutchouc et la térébenthine s'atténueraient après un certain nombre de charges et décharges.

M. Kleiner avait déjà mentionné une action pareille du champ sur de la paraffine impure. Antérieurement déjà, Hertz[8] avait attiré l'attention sur l'amélioration des qua-

lités diélectriques de la benzine dans un champ électrique. Il attribuait cette amélioration à une purification du liquide, qu'il suffisait de souiller pour en développer beaucoup le résidu.

L'étude de M. H. Fritz[9] sur le verre échappe aux critiques faites plus haut.

M. Fritz a utilisé la méthode calorimétrique, bien préférable quand on peut l'appliquer. Son condensateur n'était autre que l'éprouvette intérieure d'une sorte de calorimètre de Bunsen, platinée sur ses deux parois. Une armature communiquait avec un des pôles d'une machine de Töpler, dont l'autre pôle était à la terre.

La seconde paroi était reliée à la terre par l'intermédiaire d'une fine spirale de nickel, enfermée dans un second calorimètre de Bunsen, et d'un micromètre à étincelles.

On mesurait, d'une part, l'échauffement du condensateur, d'autre part la quantité totale d'électricité mise en jeu. Dans une autre série d'expériences, l'auteur remplaçait les mesures calorimétriques par des mesures thermoélectriques, faites à l'aide de soudures. M. Fritz vérifie la relation de proportionnalité *des quantités de chaleur dégagées au carré du potentiel*.

Après avoir indiqué l'importance de cet échauffement dans les recherches sur l'électrostriction et écarté l'explication qui en ferait le résultat d'une vibration des molécules, l'auteur y veut voir un phénomène d'hystérésis diélectrique analogue à l'hystérésis magnétique. Cet hystérésis serait, dans sa pensée, plutôt un hystérésis véritable qu'une viscosité.

En 1895, M. Benischke[10] étudia la paraffine à l'aide d'un double système de fins fils de platine (0,025 mm. d'épaisseur sur 239 cm. de longueur chacun), dont une paire est noyée dans la masse, sous les armatures, et l'autre paire est en dehors du bloc. Ce système forme ainsi les deux branches d'un réseau de Wheatstone et permet de déceler

un échauffement de 0,001°. On opérait pendant dix minutes sous 1700 volts.

L'échauffement a été trouvé nul pour la paraffine pure.

M. Benischke attribue l'échauffement des diélectriques dans le champ à diverses causes dont l'*effet Joule* serait la dominante.

Le dispositif avec lequel M. Houllevique (1897) essaya de vérifier ses déductions théoriques ne diffère du précédent que par la substitution d'un système de soudures au système de résistances. La paraffine, sous 3 cm. d'épaisseur et 2 cm. d'étincelle, a donné un échauffement croissant régulièrement avec la durée d'électrisation, si l'on tient compte de l'effet perturbateur de la conductibilité thermique, et atteignant, au bout de trente minutes, la valeur très faible de 0,4 C° environ. L'action d'un champ magnétique de 3000 C. G. S., pendant quinze minutes, a été trouvée nulle, confirmant ainsi les résultats négatifs de MM. Hall, Palaz, Drude, Van Aubel et Koch.

La chaleur dégagée par l'eau, dans les mêmes conditions, se montre vingt à trente fois supérieure à celle de la paraffine.

Les résultats, pour l'huile de vaseline, vérifient la loi de proportionnalité au carré du champ.

Citons enfin les essais industriels faits, en 1899, par MM. Rosa et Schmid[12] dans une enceinte calorimétrique à circulation d'eau, dont on mesurait l'élévation de température. On calculait le rendement des condensateurs. Ceux en papier paraffiné avaient, sous des tensions comprises entre 778 et 1659 volts et des fréquences de courant alternatif 28, 120 et 140, des rendements variant de 98,6 % à 99,3 %.

En obtenant droit de cité dans la science, la notion d'hystérésis des diélectriques devait nécessairement amener les physiciens à appliquer à ces corps les méthodes de détermination mécanique des pertes d'énergie, avantageuse-

ment utilisées dans l'étude des propriétés magnétiques du fer.

Dès 1895, M. Arno[13] observait qu'un cylindre diélectrique creux, suspendu à un fil dans un champ électrostatique tournant, est entraîné dans le sens de la rotation du champ. Il traduisit les résultats de ses recherches par la formule suivante, analogue à celle proposée par M. Steinmetz :

$$d = h\, V^{\varepsilon}$$

où d est la déviation, V le potentiel maximum (proportionnel à l'induction électrostatique B), h une constante dépendant de la nature du diélectrique et ε un exposant variable avec l'induction B.

Pour $B = 1{,}75$ $\varepsilon = 1{,}65$.

De l'augmentation de la déviation d avec la vitesse de rotation du champ, M. Arno conclut à une hystérésis visqueuse, plus proprement appelée viscosité électrique, impliquant *un retard de l'intensité de la polarisation sur celle du champ qui la provoque.*

On doit à M. Threlfall[14] (1897) un travail très soigné sur la question qui nous occupe. Son dispositif est une variante de celui d'Arno. Deux lames métalliques, entre lesquelles une machine de Wimshurst entretient un champ uniforme et constant, tournent régulièrement sur un axe commun, dans le prolongement duquel un fil soutient le diélectrique entre les plaques. La déviation, comme dans les expériences de M. Arno, mesure l'énergie consommée par le diélectrique. M. Threlfall donne la formule analogue aussi :

$$W = c\, F^{n}$$

F est le champ, c une quantité variable d'un échantillon à l'autre, tandis que l'exposant n est constant pour une substance donnée.

M. Threlfall, dont nous n'avons malheureusement connu les recherches qu'une fois notre travail terminé, s'est pré-

occupé de vérifier sur des mélanges de corps conducteurs et isolants la théorie des diélectriques hétérogènes de Maxwell[15]. On avait en effet d'emblée invoqué l'existence, dans la masse des diélectriques, d'impuretés plus ou moins conductrices pour expliquer le phénomène de la perte d'énergie et celui, tout à fait connexe, du résidu électrique.

En opérant sur des mélanges de paraffine et de graphite, M. Threlfall n'a trouvé qu'une augmentation très faible de la perte W, contrairement à ce que l'on pouvait prévoir d'après la théorie. Il n'a pu constater de perte pour les liquides.

L'auteur n'a pu arriver à des conclusions fermes pour l'effet sur W des fréquences faibles (quatre à trente périodes par seconde.

Pour des fréquences de l'ordre de $7,10^6$, obtenues à l'aide d'un champ tournant, il ne se manifeste pas de dissipation sensible d'énergie.

M. Threlfall donne à son exposant n une valeur comprise entre 1 et 2 pour les diélectriques purs. Il insiste enfin fortement sur l'idée d'une viscosité électrique.

A peu près à la même époque, M. Schauffelberg[16] se livrait, à Zurich, à de délicates expériences sur la paraffine et le caoutchouc durci. Un *ellipsoïde* de révolution, allongé et plein, oscillait entre deux armatures planes, distantes de 3,87 cm. et chargées à des potentiels constants pouvant aller de 532 à 2556 volts. Les oscillations étaient observées à la lunette. Tout le système, comme d'ailleurs celui de M. Threlfall, décrit plus haut, était soigneusement protégé contre l'humidité de l'air.

M. Schauffelberg mesurait le décrément logarithmique des oscillations, d'abord sans, ensuite avec le champ. Par une série de déductions théoriques et après détermination préalable de la constante diélectrique des corps étudiés, il tirait de cette mesure la perte d'énergie par centimètre

cube et par unité de polarisation e ; $e = 3{,}643$ ergs pour l'ébonite et 0,3368 seulement pour la paraffine pure, pour laquelle, en outre, se vérifie la loi de proportionnalité au carré de l'induction.

Mentionnons encore les intéressantes constatations de M. C. Borel[17] sur la rotation d'un disque de papier paraffiné, suspendu dans un champ électrostatique périodiquement variable, en présence d'un diélectrique à résidu. L'électrisation de celui-ci présentant un retard permanent sur la variation du champ, un couple naît, qui fait tourner le disque dans un sens déterminé. Conformément à ce qu'on pouvait prévoir, les bons conducteurs comme les bons diélectriques sont sans effet.

On pouvait évidemment songer à remplacer ces méthodes de totalisation des pertes d'énergie par la détermination, point par point, des aires cycliques, comme on l'a fait pour l'aimantation du fer.

Ce procédé permet en effet de pénétrer plus intimement dans le mécanisme des phénomènes. Il paie malheureusement cet avantage d'une diminution de sensibilité.

M. P. Janet[18] (1892) trouva qu'un condensateur soumis à un courant de charge oscillatoire prend, à potentiels égaux, une charge moins grande quand le potentiel va en croissant que quand il décroît, qu'il y a un retard des valeurs de la charge sur les valeurs du potentiel et que la courbe des charges en fonction des potentiels se ferme sur elle-même sans passer par l'origine, rappelant ainsi l'allure des courbes d'aimantation cyclique du fer.

La constatation de ce retard justifie les vues des auteurs qui assignent aux pertes d'énergie une origine hystérétique. Mais elle ne suffit pas à préciser le caractère de cet hystérésis. Pour décider si l'on est en présence d'un hystérésis de champ ou simplement d'une viscosité électrique, il faut opérer avec des vitesses cycliques aussi faibles que possible. Si le retard persiste pour des durées de parcours

des cycles pratiquement infinies, on a affaire à un hystérésis de champ. En effet, d'après M. Warburg[19], *il y a hystérésis si une variable X, changeant infiniment lentement par cycle simple et stationnaire, une qualité Y du corps change de telle sorte que deux valeurs d'Y correspondent à une seule valeur de X.* Autrement, on a affaire à de la viscosité.

Ce point a été élucidé en 1895 par MM. Porter et Morris[20]. Ils portaient lentement un condensateur à papier paraffiné à un certain potentiel et mesuraient la charge acquise au galvanomètre balistique. Puis, s'étant assurés que la décharge était complète, ils ramenaient, toujours lentement, le potentiel à sa valeur antérieure, mais en le faisant passer par une valeur supérieure. La charge mesurée fut toujours trouvée égale à la première, tant pour la paraffine que pour le papier paraffiné. Il n'y a donc pas d'hystérésis de champ.

M. Eisler[21] est arrivé à la même conclusion au moyen d'un alternateur, en chargeant un condensateur de cette dernière substance. Il montre que la perte, proportionnelle au carré du potentiel, tend vers zéro dans les deux cas d'une vitesse cyclique nulle ou infinie.

M. J. Curie[7] avait montré, en 1888 déjà, que, pour des variations lentes du potentiel, l'intensité du courant de charge d'un condensateur est, à chaque instant, rigoureusement proportionnelle aux valeurs du potentiel à cet instant.

Tout récemment (1900), M. Beaulard[22] a vérifié, sur un condensateur à diélectrine, qu'à une période très longue (15 minutes) du cycle correspond une perte d'énergie nulle.

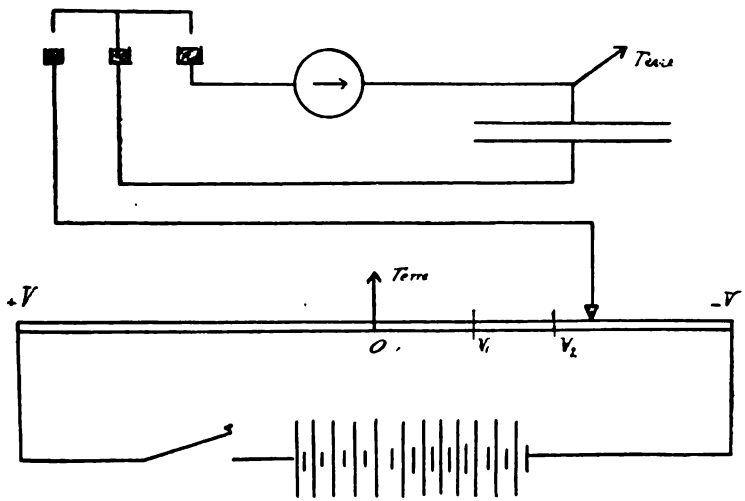
Ce travail de M. Beaulard doit nous retenir quelque temps. C'est sa méthode, en effet, que nous avons adoptée pour nos recherches, après lui avoir fait subir quelques perfectionnements. *Elle revient à déterminer, point par point, la charge du condensateur sous potentiel périodique-*

ment variable, à mesurer l'aire de la courbe des charges en fonction des potentiels et à chercher la valeur en énergie de cette aire, qui représente, comme nous le verrons dans la suite, la perte pour le volume total du diélectrique.

Une coulisse isolante d'environ 1 m. de long, à section constante et remplie de $CuSO_4$ concentré, est traversée d'un bout à l'autre par le courant d'un certain nombre d'accumulateurs. Le milieu O de cette coulisse est à la terre. Le potentiel croît dont régulièrement de ce point milieu aux extrémités de la coulisse, où il prend des valeurs égales et de signes contraires.

Une dérivation plongeante roule sur rails tout le long de la rigole. Une des armatures du condensateur peut être reliée successivement, au moyen d'un commutateur, à cette dérivation et à un galvanomètre balistique.

La seconde armature et l'autre bout du circuit galvanométrique sont aussi à la terre. On réalise de la sorte deux circuits par la terre, l'un de charge par la dérivation, l'autre de décharge à travers le galvanomètre.



Pour opérer, on fait passer le courant dans la rigole. Puis on ferme le circuit de charge. On amène alors le plongeur, resté en O, avec une vitesse uniforme au point de potentiel V_1.

On ouvre alors le premier circuit et ferme le second. Le condensateur se décharge dans le galvanomètre, dont la déviation mesure la charge correspondant au potentiel considéré. Pendant que le condensateur est en court circuit, on ramène le plongeur à O.

On répète ce cycle d'opérations pour tous les points choisis de la coulisse, en ayant soin de faire marcher le curseur à partir de O, de telle manière que le condensateur soit soumis à un cycle fermé de potentiels. Le plongeur passera par exemple de O à V_1, puis de O à — V max. (puis de O à V_1 par — V max.) et ainsi de suite. Les opérations se poursuivent ainsi jusqu'à ce que le curseur, dans ses pérégrinations toujours plus longues, soit revenu à son point de départ.

Si les charges, à potentiel décroissant, ont, en chaque point, les mêmes valeurs qu'à potentiel croissant, la courbe des charges en fonction des potentiels se réduit à une droite passant par l'origine et plus ou moins inclinée sur les axes.

La perte d'énergie est alors nulle.

M. Beaulard déplaçait son curseur à la main, en se guidant au son d'un métronome. Il opérait aussi la commutation à la main.

Les durées des cycles ont varié entre 4 et 600 secondes. les tensions maximum était de 8, 18 et 23 volts. Les cycles comprenaient huit positions correspondant aux deux extrémités et au milieu de la rigole, ainsi que deux points symétriques par rapport à O.

Les recherches de M. Beaulard ont porté sur la *paraffine*, dont la courbe du cycle se réduit à une droite; sur le *mica*, dont l'aire est très étriquée; sur un condensateur

à *diélectrine* (mélange de soufre et de paraffine), coulée entre des plaques de cuivre et qui a donné un résidu notable.

L'auteur a fait, sur ce condensateur, trois séries de mesures avec des durées de 4 à 600 secondes et des potentiels maximum de 8, 18 et 23 volts.

Les courbes $W = f(T)$ tendent vers l'axe des T quand T, durée du cycle, augmente indéfiniment. Des expériences directes ont montré que, pour $T = 15$ minutes, W est pratiquement nul. Pour les T voisins de 10 secondes et moindres encore, les W augmentent rapidement.

M. Beaulard n'a pas réussi à exprimer ses résultats par une formule du genre de celle de Steinmetz $W = a V^e$,

Cependant, si l'on compare, pour une même durée cyclique, les rapports

$$\frac{W_1}{W_2} \text{ et } \frac{V_1^2}{V_2^2}$$

on arrive, pour les meilleurs résultats expérimentaux, très sensiblement à l'égalité

$$\frac{W_1}{W_2} = \frac{V_1^2}{V_2^2}$$

Nous reviendrons plus loin sur les vues théoriques de l'auteur [1].

Enfin, pour parfaire cet historique, il convient de citer deux études faites à l'aide de méthodes spéciales. Dans

[1] Ce travail était rédigé depuis plusieurs mois déjà, lorsqu'un hasard nous mis entre les mains un article de la « Physical Review », vol. 1, n° 2, 1893, où MM. F. Bedell, N.-F. Ballantyne et R.-B. Williamson exposaient les premiers résultats obtenus à l'aide d'une méthode de détermination cyclique de l'énergie dissipée dans un condensateur.

Des courbes de force électromotrice et de courant d'un circuit alternatif renfermant le condensateur, les auteurs tiraient les éléments nécessaires à l'établissement du cycle des charges en fonction des potentiels. L'aire du cycle représentait la perte en énergie. Les essais ont porté sur un condensateur étain-papier enduit de cire ; le dispositif comprenait un alternateur (fréquence 140), un voltmètre multicellulaire de lord Kelvin et un contact rotatif rigide, coupant une veine liquide à la phase voulue.

l'une, M. Hanauer[23] équilibre un pont de Wheatstone comprenant le condensateur à étudier, puis substitue à celui-ci un condensateur à air de capacité C' et une résistance W qu'il varie jusqu'à équilibre du système. Les valeurs de C et W sont les capacités et résistances apparentes du condensateur primitif. Pour le verre, le mica, et le papier paraffiné, la perte d'énergie décroît quand la fréquence croît. La capacité apparente diminue aussi.

M. Mather[25] mesure la consommation d'énergie dans les câbles en montant ceux-ci en série avec une self-induction sans fer. Le tout est en dérivation sur une différence de potentiel alternative. On règle la self-induction de façon à avoir un décalage nul. En soustrayant les pertes par effet Joule, on obtient la portion de l'énergie totale consommée par le condensateur.

§ 2. Aperçu théorique.

Il semble au premier abord assez difficile de rattacher les phénomènes que nous venons de décrire à l'ensemble des propriétés déjà connues des diélectriques. Un fait s'en dégage cependant, à savoir leur connexité étroite avec les manifestations du résidu des condensateurs.

Tous les expérimentateurs appuient sur ce fait que ce sont les diélectriques à résidu, et ceux-là seuls, qui consomment de l'énergie sous l'action d'un champ alternatif. Cette règle ne paraît pas avoir souffert d'exceptions jusqu'ici. L'échauffement de la paraffine, très faible d'ailleurs, ne saurait l'infirmer, car les qualités diélectriques de ce corps varient selon le degré de sa pureté et, d'autre part, les méthodes de mesures thermiques totalisant les effets sont d'une sensibilité que ne sauraient atteindre celles du résidu. Nous croyons qu'en usant de pareille sensibilité, on eût pu, à coup sûr, déceler du résidu dans les diélectriques considérés.

Ces considérations nous portent à assigner aux deux phénomènes, perte d'énergie et résidu, une origine commune.

Ils ne sont que les manifestations extérieures différentes d'un même processus interne, et toute théorie, pour être d'accord avec l'expérience, doit pouvoir expliquer les deux ordres de faits.

Il ne rentre pas dans le plan de ce travail d'exposer en détail les nombreuses théories qu'on a émises sur le résidu; nous n'entrerons que dans les considérations qui nous paraîtront indispensables à la compréhension du sujet, renvoyant pour le reste aux mémoires originaux, ainsi qu'à la belle étude critique de M. Houllevigue.

Rappelons tout d'abord que les travaux de M. Bouty [25] sur le mica ont définitivement condamné la théorie de la pénétration des charges. La théorie de Mossotti Clausius suppose une constitution des diélectriques qui ne permet pas d'expliquer le retard de la polarisation sur le champ. Celle de M. Dieterici [26], qui suppose une conductibilité des diélectriques, tombe sous le coup des mêmes objections que celle de la pénétration des charges.

M. J. Curie cherche la cause du résidu dans une polarisation intérieure, comme celle que Dubois-Reymond [27] a signalée dès 1856 dans les corps poreux imbibés d'eau ou de solutions salines. Les cristaux, dont M. Curie étudiait la conductibilité au temps t (rapport de l'intensité du courant de charge au temps t à la force électromotrice), renferment en effet presque toujours de l'eau en inclusions, et, d'autre part, la porcelaine dégourdie, imbibée d'eau, reproduit toutes les manifestations caractéristiques du résidu.

En outre, par la dessication à température élevée, M. Curie est parvenu souvent à diminuer considérablement la conductibilité apparente de ses lames cristallines.

Bien que cette théorie réponde aux faits expérimentaux,

on peut en contester la suffisance. Jusqu'à quel point la présence de l'eau est-elle générale dans les diélectriques? Et comment expliquer les phénomènes spéciaux aux condensateurs à eau qui, comme M. C.-E. Guillaume [28] l'a fait voir, diffèrent à la fois de ceux présentés par les diélectriques et par les électrolytes.

La théorie purement électrique qui, jusqu'ici, a résisté le mieux aux assauts de la critique est celle de M. Hess, qui a développé les idées de Maxwell sur le rôle des *diélectriques composés*. Cette théorie mérite de nous retenir un instant, car elle fournit une explication et du résidu et des pertes d'énergie.

Maxwell a donné une théorie du résidu électrique qui est basée sur l'hétérogénéité des diélectriques. En vue du développement mathématique, il constitue son diélectrique par des feuillets comprenant les composants de même nature. Il démontre alors que si on a l'égalité

$$k\varrho = k'\varrho' = k''\varrho'' = \ldots.$$

ou k est le *pouvoir inducteur spécifique et* ϱ *la résistivité* d'un feuillet, le diélectrique ne donne pas de résidu. Cette égalité n'est satisfaite, d'une manière générale, que pour l'homogénéité. Dès qu'elle ne l'est plus, le résidu apparaît.

M. Hess [29] a étudié le cas d'un diélectrique à 2 feuillets. L'un est constitué par l'isolant parfait qui, dans certaines conceptions de la nature intime des diélectriques, forme la pâte où sont noyées des sphérules conductrices. Ces particules réunies forment la deuxième couche. On a donc deux condensateurs en série, dont l'un, de capacité C, a une résistance infinie, l'autre, de capacité C', une résistance très grande, mais finie ϱ'.

Le calcul montre qu'à une première décharge suivie d'une période d'isolement des armatures, doit succéder une deuxième décharge de même sens; à celle-ci, une troisième,

et ainsi de suite jusqu'à décharge complète. Ceci est la manifestation caractéristique du résidu.

La charge varie avec le temps, car la capacité du condensateur passe de la valeur initiale $\gamma = \frac{CC'}{C + C'}$ à la valeur finale

$$\gamma = C$$

atteinte au moment où la couche C' s'est laissé complètement traverser par le flux de charge et ne joue plus de rôle dans la condensation.

Si maintenant l'on applique au système une force électromotrice sinusoïdale ou $E = E_0 \sin \omega t$ où $\omega = \frac{2\pi}{T}$, on trouve, pour l'énergie dissipée par cycle dans le diélectrique, l'expression

$$P = \frac{C^2 \omega^2}{4\varrho} \cdot \frac{1}{(C + C')^2 \omega^2 + \frac{1}{\varrho^2}}.$$

On voit que P varie avec la fréquence et s'annule pour une fréquence nulle. Le taux de variation avec la fréquence dépend en outre de la valeur de ϱ et varie en sens inverse. L'échauffement du condensateur est dû tout simplement à l'effet Joule dans le mauvais isolant.

Cette théorie de M. Hess a été attaquée par M. Houllevigue, qui a montré que son accord avec les faits provenait d'un choix de données numériques peu conforme à la réalité, M. Hess supposant que la charge du condensateur se fait par l'intermédiaire d'une grande résistance, ce qui n'est pas le cas habituel.

Secondement, M. Houllevigue fait voir que pour obtenir un résidu appréciable, il faudrait que le diélectrique contînt une quantité invraisemblable d'impuretés.

Le verre en serait formé pour près des deux tiers de son

volume total, l'eau dans une proportion plus formidable encore.

Enfin, la théorie n'explique pas du tout comment des trépidations peuvent accélérer la réapparition du résidu, ni comment le résidu peut prendre, quand la température augmente, les valeurs énormes que M. Bouty a trouvées pour le mica.

Les théories précédentes n'attribuent à la molécule qu'un rôle tout passif.

L'analogie des phénomènes du résidu avec ceux qu'on rencontre dans les déformations élastiques des corps, l'échauffement et les déviations des diélectriques dans le champ, devaient pourtant amener des chercheurs à lui donner un rôle plus actif, à chercher dans des frottements internes la cause des phénomènes.

M. Mascart[30] a donné de la théorie des diélectriques composés une modification où entre en jeu la molécule. Les feuillets sont alternativement conducteurs α et isolants β. Dans le champ, les premiers s'élargissent aux dépens des seconds jusqu'à un certain point qui correspond à un maximum du pouvoir inducteur $\frac{\alpha+\beta}{\alpha}$. Mais, remarque M. Houllevigue, si ce pouvoir inducteur varie de k_1 à k_2, la variation X de l'épaisseur de la couche conductrice reste nécessairement inférieure à l'épaisseur α du diélectrique interposé. Alors, comme on a

$$x = \alpha \frac{k_2 - k_1}{k_1}$$

on a aussi $k_2 < 2\, k_1$.

Or, en pratique k_2 dépasse de beaucoup k_1 chez les diélectriques à résidu.

M. Houllevigue a formulé une théorie qui satisfait aux lois expérimentales des condensateurs tout en rendant bien compte des phénomènes qui influent sur la réapparition du résidu, trépidations, etc.

tte théorie assigne le rôle principal à la molécule. part de la conception du déplacement de Maxwell, en la complétant en ceci que la réaction de l'éther ıcé par le champ entraîne la molécule de la quan- A' dans le sens de son déplacement A. Ce mouvement ı résultante de trois actions distinctes *sur l'unité de vo- de densité électrique* P : 1° l'*action élastique de l'éther* ntraîne la molécule avec lui ; 2° une *réaction de la mo-* $a\,A'$, que l'on admet simplement proportionnelle . 3° Enfin, une *réaction de frottement*, qui caractérise scosité du milieu et qu'on admet simplement propor- elle à la vitesse de déplacement A', $2\,b\dfrac{dA'}{dt}$.

quation du mouvement est alors, pour l'unité de vo- :

$$P\frac{d^2A'}{dt^2} = \frac{\pi}{k}A - aA' - 2b\frac{dA'}{dt}$$

tte hypothèse du déplacement moléculaire rend compte ugmentation du pouvoir inducteur avec la durée de arge.

véritable pouvoir inducteur répond au *déplacement éther seul*. C'est celui que donneraient les mesures un champ de période assez courte pour que la molé- n'ait pas le temps de se déplacer. Cette idée d'une le nature du pouvoir inducteur a été soutenue par eurs physiciens, entre autres par M. J. Curie. Il se oserait de deux éléments : l'un remarquablement inva- pour une substance donnée, est celui qui satisferait relation de Maxwell $k = n^2$; l'autre dépendrait, au aire, d'une foule de facteurs dont le plus important le temps.

expérience confirme de plus en plus cette manière de

rès avoir montré que sa théorie explique parfaitement

le résidu, M. Houllevigue traite le cas d'un diélectrique soumis à une force électromotrice sinusoïdale et arrive, pour l'énergie perdue par centimètre cube et par période, à l'expression :

$$C = \frac{4\pi^2 b P^2 \Phi_0^2 (t+\varphi)}{a^2 T^2 + 4\pi^2 \left(4 b^2 2 a P + \frac{4\pi^2 P^2}{T^2}\right)}.$$

Ou P est la densité électrique cubique, T la durée de la période, Φ_0 le champ maximum $(t+\varphi)$ la phase a et b les coefficients désignés plus haut.

L'auteur montre ensuite que le travail par cycle du frottement interne est donné par l'aire d'une ellipse et qu'en représentant les déplacements A' en fonction de Φ, on arrive à une ellipse inclinée sur les axes de coordonnées et qui n'est autre que la courbe de viscosité. Cette courbe dégénère en une droite quand T devient très petit.

La théorie de M. Houllevigue *impose* la conception d'un mécanisme, simple il est vrai, de déplacement des molécules.

Elle s'appuie en outre sur deux hypothèses incontrôlables touchant les réactions du milieu sur les molécules.

Tout récemment, M. Pellat[31] a développé une théorie qui n'exige qu'une seule hypothèse, vérifiée aussi dans ses conséquences, et qui, pour le reste, s'appuie entièrement sur des faits expérimentaux, sans réclamer la conception d'aucun mécanisme spécial. Elle est basée tout entière sur *l'existence d'une polarisation réelle des diélectriques*, ayant les mêmes caractères de réalité que la *polarisation magnétique*. Cette assimilation des deux polarisations date d'une trentaine d'années déjà ; elle a été tentée par Félici[32], qui a comparé la manière d'être des diélectriques à celle du fer doux et a cherché à mesurer les durées de dépolarisation du verre, du soufre et du spermaceti.

En 1890, M. Bouty[25] disait à propos du mica : « Il est

bien plus naturel... d'expliquer l'absorption ainsi que les résidus par un retard de la polarisation analogue aux retards que l'on observe pour d'autres phénomènes physiques, en particulier dans l'étude de l'élasticité...

» Il paraît à peine hardi... de faire intervenir l'hypothèse d'une polarisation résiduelle dans la théorie des condensateurs. »

A M. Pellat revient le grand mérite d'avoir montré, par des expériences directes, qu'en dehors de la polarisation fictive admise généralement pour expliquer le pouvoir inducteur, il existe une *polarisation réelle*, dont il énonce la loi comme suit :

« Un diélectrique (solide ou liquide), placé brusquement dans un champ électrique constant, prend une polorisation qui *n'est pas instantanée*, mais qui croît avec le temps à partir de o et *atteint asymptotiquement un maximum*. Si le champ vient à cesser, la polarisation décroîtet redevient nulle au bout d'un certain temps théoriquement infini. »

M. Pellat soumet à un champ uniforme un ensemble de deux lames d'ébonite juxtaposées. Il porte ensuite chacune des lames séparément entre les armatures d'un condensateur plan communiquant, l'une avec la terre, l'autre avec un électromètre. L'instrument indique que la lame est électrisée en signe contraire sur ses deux faces. En outre, la charge totale mesurée au cylindre de Faraday s'est montrée la plupart du temps insignifiante.

Des expériences indépendantes de M. Kleiner [1] ont confirmé ce résultat.

Nous nous bornerons à indiquer ici les éléments de la théorie de M. Pellat, renvoyant pour le reste au mémoire original.

M. Pellat ne fait qu'appliquer des relations connues en électrostatique au cas d'un diélectrique renfermé dans un champ uniforme. Il donne ainsi, pour le cas d'un seul

diélectrique, l'expression suivante de la charge au temps t.

$$m = S\sigma = \frac{KVS}{4\pi e} + Sj$$

Le premier terme du second membre exprime l'effet du pouvoir conducteur vrai K, le second terme celui de la polarisation j.

C'est ici qu'intervient la seule hypothèse mise en jeu. M. Pellat admet que

$$\frac{dj}{dt} = b\,(J - j).$$

J est la polarisation finale ; c'est une fonction du champ final Φ.

On a donc, pour la valeur de j au temps t,

$$j = J\,(1 - e^{-bt}).$$

D'autre part, nous avons vu que J est une fonction h du champ final Φ

$$J = h\,\Phi.$$

Or l'expérience a montré que, pour les champs faibles, h est une constante (Curie, Pellat). Sa valeur décroît dans les champs intenses, c'est le cas du moins pour l'ébonite (Pellat). Il y a tout lieu de croire que h tend vers une limite O quand Φ tend vers l'infini et qu'il se produit, pour les diélectriques, une saturation analogue à la saturation magnétique.

En poursuivant ses calculs, M. Pellat trouve une expression du pouvoir inducteur apparent K′ qui s'accorde avec les faits expérimentaux. Dans le cas d'un seul diélectrique,

$$K' = K + 4\pi h\,(1 - e^{-bt})$$

ce qui fournit un moyen de mesurer b. On voit que K′ tend vers K lorsque t tend vers O.

De même, la théorie de M. Pellat donne une expression du résidu conforme à la réalité.

MM. Pellat et Beaulard[34] ont ensuite développé le cas d'une force électromotrice sinusoïdale, agissant sur un condensateur à un seul diélectrique. C'est le cas, à l'allure de la force électromotrice près, dans lequel nous nous sommes placés expérimentalement, après M. Beaulard.

Soit un condensateur, à armatures de surface S, séparées par un diélectrique d'épaisseur uniforme C et de pouvoir inducteur vrai K. Soient au temps t, V la différence de potentiel des armatures et j l'intensité de la polarisation réelle; si dm est la variation de charge des armatures pendant le temps dt, l'énergie électrique fournie pendant ce temps au condensateur est : $dw = \mathrm{V}\,dm$.

On a alors, comme plus haut,

$$m = \mathrm{S}\sigma = \frac{\mathrm{K\,S\,V}}{4\pi c} + \mathrm{S}j\,, \tag{1}$$

d'où

$$dm = \frac{\mathrm{K\,S}}{4\pi c}\,d\mathrm{V} + \mathrm{S}\,dj \tag{2}$$

et

$$dw = \frac{\mathrm{K\,S}}{4\pi c}\,\mathrm{V}\,d\mathrm{V} + \mathrm{SV}\,dj\,. \tag{3}$$

Si la différence de potentiel est périodique, l'énergie absorbée (transformée en chaleur dans le diélectrique) s'exprime, pour une période T, en régime permanent, puisque

$$\int \mathrm{V}\,d\mathrm{V} = 0$$

par

$$w = \mathrm{S}\int_0^{\mathrm{T}} \mathrm{V}\,dj = \mathrm{S}c\int_0^{\mathrm{T}} \frac{\mathrm{V}}{c}\,dj = \mathrm{S}c\int_0^{\mathrm{T}} g\,dj$$

et

$$w = -\,\mathrm{S}c\int_0^{\mathrm{T}} j\,dg\,. \tag{4}$$

où g est l'intensité du champ.

On a donc, pour l'énergie absorbée par élément de volume,

$$W_1 = \frac{W}{Sc} = -\int_0^T j\,d\varphi .$$

Si $V = V_0 \sin \frac{2\pi}{T} t$ et que le champ est assez faible pour que h soit une constante, on arrive à l'expression

$$w_1 = \frac{2\pi^2 bh\, V_0^2\, n}{c^2 (4\pi^2 n^2 + b^2)}$$

ou $n = \frac{1}{T}$.

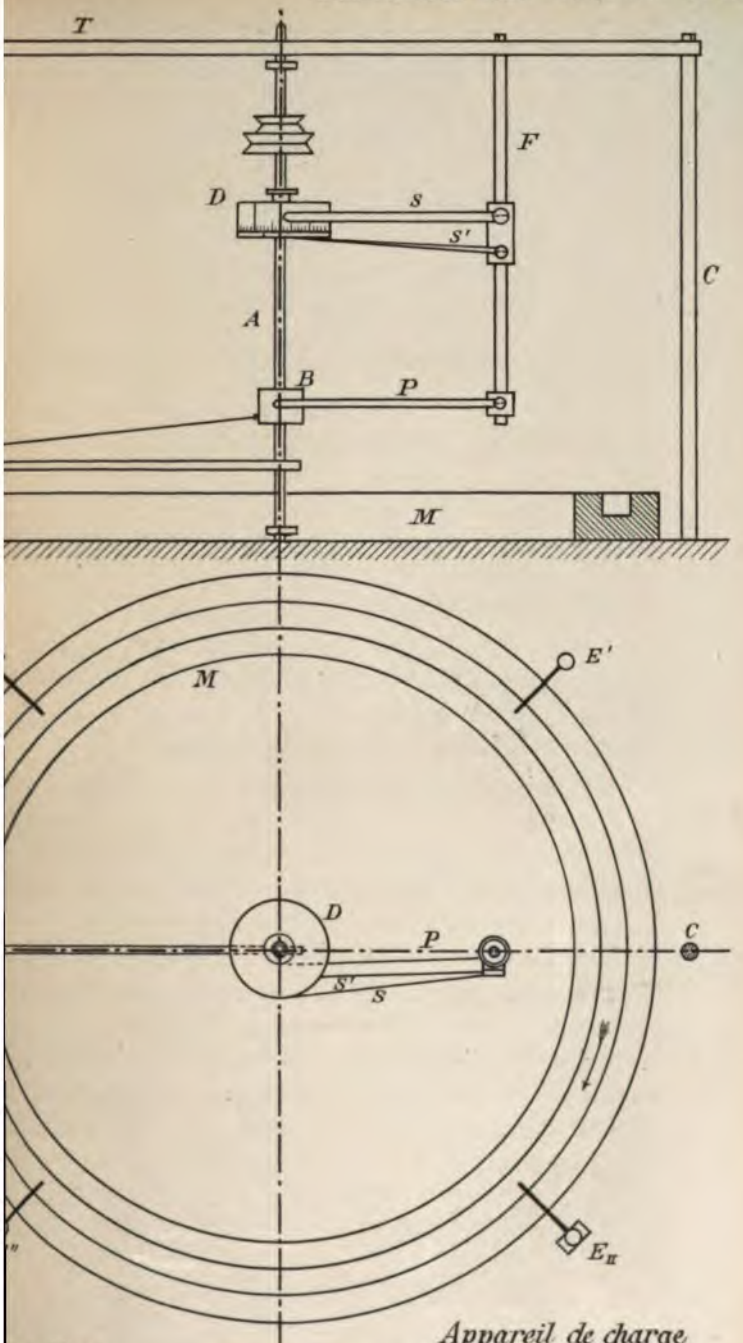
Pour les bons diélectriques, b est une fraction de l'unité; on peut négliger b^2 devant $4\pi^2 n^2$ et l'on arrive à

$$W_1 = \frac{1}{2} bh \frac{V_0^2}{c^2} = bh\varphi_0^2$$

où φ_0 est l'*intensité efficace* du champ.

Ces formules ne valent que pour h = constante. Comme h diminue quand le champ augmente, on s'explique la diversité des exposants trouvés par les différents expérimentateurs, qui devaient obtenir des valeurs inférieures à 2 pour les champs intenses.

Il ressort des équations 1) et 4) que, si l'on porte en abscisses les potentiels et en ordonnées les charges correspondantes, l'aire de la courbe ainsi décrite représente l'énergie dissipée dans le volume total du diélectrique. On en déduit la perte par centimètre cube. C'est ainsi qu'a fait M. Beaulard et que nous-mêmes avons fait pour traduire les expériences consignées aux chapitres suivants.



Appareil de charge

n, Ingr électr.
LITH. J. CRAPPUIS, LAUSANNE.

DEUXIÈME PARTIE

§ 1. Dispositifs expérimentaux.

Comme nous l'avons dit plus haut, nous avons utilisé la éthode de détermination des aires cycliques de M. Beaurd en en modifiant le dispositif.

Nous avons cherché à réaliser un appareil permettant obtenir un mouvement du plongeur à la fois plus rapide plus régulier, et une commutation automatique aussi ompte que possible.

En outre, pour pouvoir compter sur l'homogénéité des élanges étudiés et calculer exactement le volume des électriques, nous avons restreint les dimensions de nos ndensateurs en employant des potentiels plus élevés.

Passons maintenant aux détails.

Notre dispositif comporte essentiellement une coulisse culaire, dans laquelle tourne la dérivation plongeante, ntée sur un arbre qui porte à la fois une bague de ise du courant et la commande électrique du commuteur. (Pl. XVII).

La rigole, à profil régulier de 17 mm. de largeur sur mm. de profondeur, est creusée dans une masse annure de paraffine M, composée de secteurs rapprochés et udés sur une planche. Son diamètre moyen est de 5 mm. Nous y avions mis d'abord une solution de SO_4 et des électrodes de cuivre, mais nous n'avons pas dé à remplacer le tout par des électrodes de platine ongeant dans l'eau acidulée. On évitait ainsi et la corroon des électrodes et le changement de résistance dû à la concentration du $Cu\,SO_4$.

Le courant est amené, à l'extrémité d'un même diamè, à deux électrodes de Pt., isolées sur des blocs d'éboraffinée E_1, E_{11}. Sur le diamètre perpendiculaire au

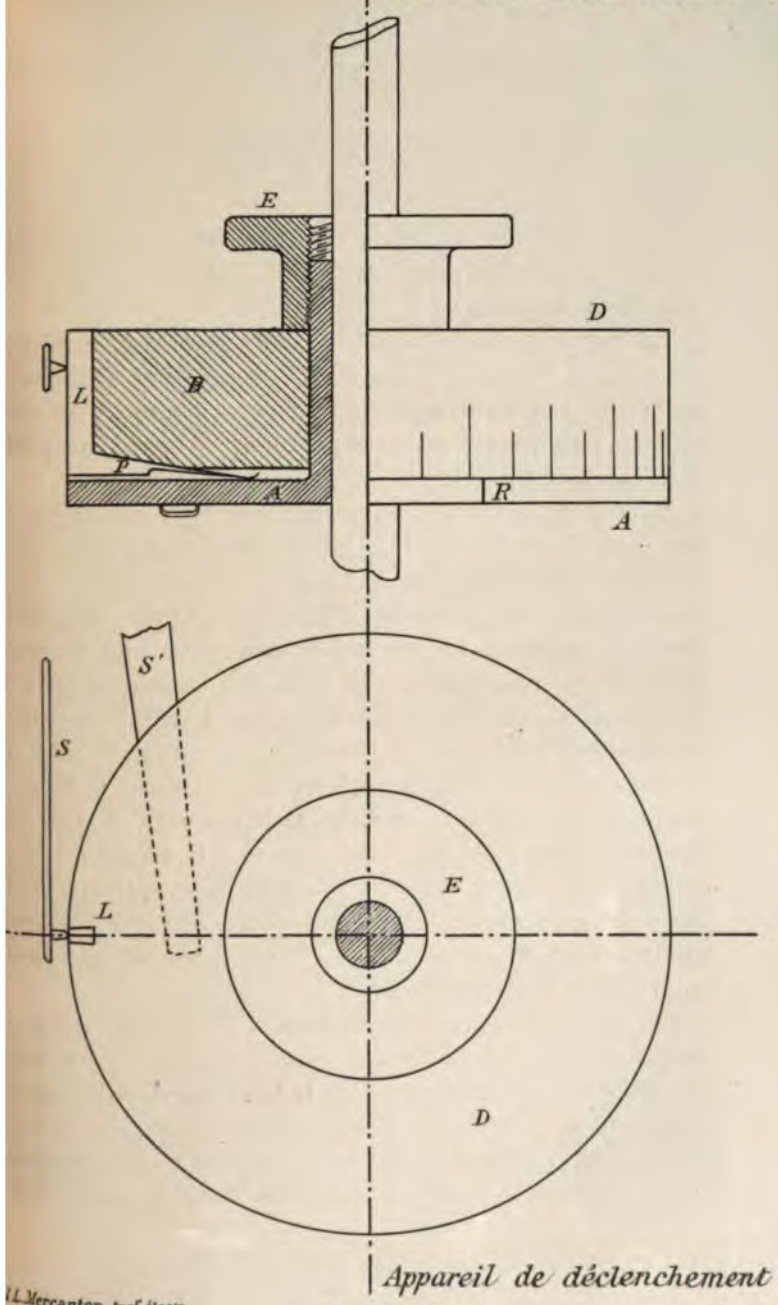
premier plongent deux autres tiges de cuivre E', E", reliées à la terre.

On obtient ainsi une répartition symétrique des potentiels, qui varient linéairement de + V max. à — V max. en passant par O, à la seule condition que la section occupée par le liquide soit constante. On tient compte naturellement de la polarisation des électrodes dans la mesure des potentiels maxima.

Au centre de symétrie de la rigole se dresse un arbre A en fer soutenu par une traverse T montée sur deux colonnes C, C. Cet arbre peut tourner entre pointes d'un mouvement très doux et sans trépidations. Il porte une poulie à double gorge.

Au bas de cet arbre est serrée une tige métallique S, qui porte à son extrémité et par l'intermédiaire d'une pièce d'ébonite paraffinée, la dérivation plongeante G. Cette pièce importante est faite d'une lame mince de platine battu, de quelques millimètres de long, sur 1 mm. de large, disposée de manière à fendre l'eau, au bout d'un gros fil de cuivre. Ce fil vient s'attacher à une bague B en laiton, isolée sur l'arbre par de l'ébonite. Une tige de fer F, descendant de la traverse supérieure, supporte le balai P de prise de courant, ressort de laiton isolé à l'ébonite sur une bague que l'on peut serrer à la hauteur convenable. Cette tige F supporte en outre une autre paire de ressorts qui amènent un courant auxiliaire à l'appareil commandant la commutation et que pour abréger nous appellerons le déclencheur D.

Cet appareil est représenté dans la Pl. XVIII. A est un disque de laiton de 3 mm. environ d'épaisseur et 80 mm. de diamètre, que prolonge vers le haut une douille chassée fortement sur l'arbre et filetée sur une partie de sa longueur. Sur ce disque en repose un second B, de même diamètre et 2 cm. de haut, en fibre, qui peut tourner sur le



Appareil de déclenchement

L. Mercanton, Ingr électr.

LITH. J. CHAPPUIS, LAUSANNE.

ıier. On le fixe dans la position voulue au moyen de
ou E.

long d'une génératrice de ce cylindre isolant affleure,
cée dans la masse, une lame de laiton L, de 1 mm. de
ur environ, dont un prolongement inférieur P fait
act en tout temps avec le disque de métal sous-jacent.
graduation en 200 parties court sur tout le pourtour
ylindre. Le disque de laiton lui-même porte un trait
epère R. Les deux ressorts S et S′ appuient constam-
l'un, S′, sur la surface inférieure du disque, l'autre, S,
une pointe de platine sur la face latérale du tam-
B.

la sorte, le passage de la bande L sous S détermine
rmeture du circuit auxiliaire par S′, L et S et fait
le commutateur. Il est clair, qu'en raison de l'étroi-
forcée de la bande, la tension nécessaire à l'établis-
nt du courant augmente avec la vitesse de rotation.
2 ou 3 volts suffisaient pour les vitesses de 0,02 et
tour/sec., il en fallait une vingtaine pour les vi-
s moyennes jusqu'à 1 *t*/*s* ; enfin, la marche à raison
t/*s* requérait 55 volts.

ici maintenant comment on opère.

plongeur est premièrement serré sur l'arbre dans une
ion telle que le O (200) de la graduation coïncidant
sément avec le repère R, la bande L passe sous la
e, au moment où le plongeur arrive devant une des
odes de la rigole. Nous avons fait choix du point de
ge O des potentiels négatifs aux positifs dans le sens
marche.

réglage fait définitivement, le déclenchement s'opé-
au point O tant que le zéro de la graduation sera
ace du repère. Pour obtenir qu'il se fasse dans une
ion X de la coulisse, il suffira de décaler la bande en
re, en sens contraire du mouvement, de l'angle qui

sépare le point X du point o O. La lame passera sous la pointe au moment où le plongeur arrivera en X.

Il est clair que la largeur de la bande L introduit une légère erreur inévitable, mais dont on peut tenir compte; quand la vitesse est faible, la commutation a lieu pour un point légèrement en arrière de X ; quand elle est forte, pour un point en avant de X.

Cette machine était en construction quand nous avons reçu de M. Beaulard l'indication d'un dispositif analogue, à cela près que la commutation devait se faire à la main. Nous tenons à signaler cette coïncidence.

Le commutateur électro-mécanique comprenait un électro-aimant attirant une armature en T montée sur pivot. Deux tiges légères, prolongeant l'axe du T, de part et d'autre du pivot, portaient à leur extrémité, isolées par de l'ébonite paraffinée, chacune une fourche à deux dents en fil de cuivre. Chacune de ces dents plongeait par son bout amalgamé dans un godet à mercure taillé à même un bloc de paraffine. Les deux cupules a, a' d'un même côté de l'axe de symétrie du T communiquaient par des fils de cuivre, entre elles d'abord, avec l'armature isolée du condensateur ensuite. Des deux autres godets, l'un b communiquait avec la dérivation de charge, l'autre b' avec le galvanomètre, par des fils soigneusement isolés.

Les hauteurs de mercure et les dimensions des dents étaient réglées de manière que le contact des fourches ait lieu en tout temps dans les cupules a et a' et qu'au contraire il soit rompu en b avant d'être établi en b'. Cette dernière condition demandait un réglage minutieux de la course de l'armature, sous peine d'avoir de malencontreuses dérivations dans le galvanomètre.

Un ressort tendait à soulever l'armature et à rétablir ainsi la communication du condensateur avec la source quand l'action de l'aimant cessait. Pour prévenir ce retour,

ie petite tige de laiton recourbée venait s'engager sous lame à l'instant de la commutation. On l'écartait du igt pour laisser l'instrument revenir à la position de arge.

Le circuit auxiliaire comprenait encore une clef placée us la main de l'observateur assis à la lunette, mettant isi le jeu du déclencheur à son absolue discrétion et lui rmettant d'attendre le moment propice. Le courant auxi- ire était fourni par des piles, des accumulateurs et me par une dynamo pour la marche à 4 t/s.

Le galvanomètre était un excellent Thomson, construit r Carpentier. Le circuit magnétique, à 4 bobines en sé- , avait 12 000 Ω de résistance.

L'équipage mobile avait été débarrassé de son amortis- r à ailettes de mica pour servir en balistique. Les lec- es se faisaient à la lunette sur une échelle de 50 cm.

L'aimant directeur avait été soulevé de manière à rendre strument plus sensible; cependant le zéro se maintenait n pendant une série d'opérations. On s'était assuré que déclenchement n'exerçait qu'une action perturbatrice né- geable.

Des tarages soigneusement exécutés à l'aide d'un Daniell d'un condensateur de Berthoud, Borel & Cie, d'un mi- farad, nous ont donné pour la charge correspondant à e division de l'échelle

$1 = 1$ mm. $= 6{,}9 . 10^{-10}$ coulombs, jusqu'à 50 divi- ns.

Un petit moteur Schmid à eau sous pression actionnait machine par l'intermédiaire d'un train de poulies indé- ndant, comprenant un lourd volant à gorge, qui ser- it de réducteur de vitesse pour les rotations lentes et de lant pour les rotations rapides.

Grâce au jeu de poulies de la machine, du moteur et de

la transmission et par la manœuvre du robinet d'admission de l'eau, on pouvait obtenir toutes les vitesses entre 1 tour en 50 secondes et 4 tours par seconde, vitesse que nous n'avons pu dépasser utilement, à cause des projections d'eau hors de la rigole et des trépidations.

Sauf pour les vitesses très faibles, où l'on était forcé de ralentir le moteur par trop, la rotation s'est montrée d'une uniformité remarquable. Avec un bon graissage et pour 1 *t/s*, il nous est arrivé de voir l'allure se maintenir constante des heures durant, à quelques centièmes près.

Le courant de charge provenait de 100 petits accumulateurs de Marly (Fribourg), en séries de 10, dont on prenait en tension le nombre voulu. Ils donnaient entre 1,9 et 2,0 volts par élément.

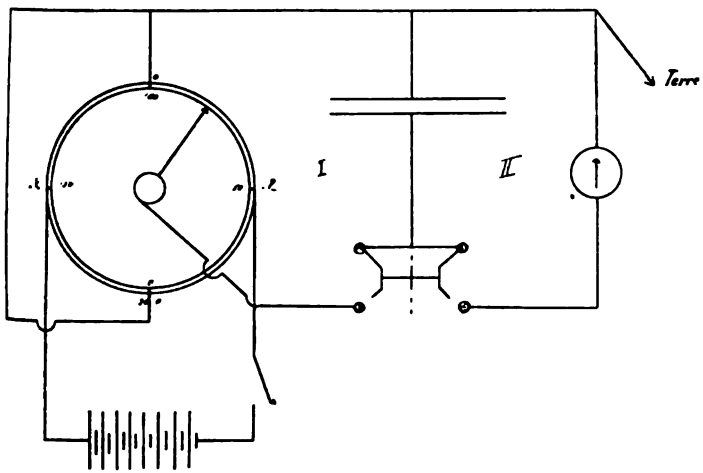
Les tensions étaient mesurées, dans la première partie de nos recherches, à l'aide d'un galvanomètre de torsion industriel de Siemens et Halske, instrument peu commode pour ce genre de recherches. Nous avons heureusement pu le remplacer par un excellent voltmètre de Hartmann et Braun. Malgré le contrôle des deux instruments, les mesures de tension de nos premiers résultats n'ont pas une très grande précision; la nature plutôt qualitative de cette partie de l'étude pallie du reste cette infériorité.

Les connexions entre les diverses parties du réseau électrique se faisaient selon le schéma ci-contre, dans lequel on n'a pas représenté le circuit auxiliaire de déclenchement.

On voit qu'on a affaire à deux circuits par la terre, un circuit de charge I et un circuit de décharge II. L'un était constamment ouvert quand l'autre était fermé. Le fil était à la terre par l'intermédiaire d'une conduite d'eau.

Conduite des expériences.

On commençait par remplir la rigole et combiner le jeu de poulies pour la vitesse nécessaire, puis on amenait



la tension entre électrodes, à la valeur voulue. On réglait le déclencheur pour la position initiale O (200) et mettait en marche.

La mesure se faisait d'abord sur un condensateur étalon en paraffine, que l'expérience avait montré exempt de polarisation résiduelle; pareil condensateur suffisait parfaitement et nous avons jugé inutile d'en construire un à air.

La décharge de ce condensateur, pour la position O, donnait la correction pour l'erreur de déclanchement, qui atteignait au maximun 1,5 division, généralement beaucoup moins. Les passages aux points d'amenée et de sortie du courant donnaient les voltages maxima dans la coulisse.

Tout étant prêt, l'observateur, l'œil à la lunette, opérait la commutation en pressant sur la clef et lisait les deux premières élongations du même côté de l'échelle, α_1 et α_3. On se servait de la formule habituelle.

$$\alpha = \alpha_1 + \frac{\alpha_1 - \alpha_3}{4}$$

On faisait deux fois de suite la mesure pour une position donnée du plongeur; si les chiffres concordaient à $^1/_{10}$ près, on en restait là; sinon on faisait trois ou quatre opérations successives et l'on prenait la moyenne en éliminant la première lecture.

La lecture faite, on réunissait en court-circuit les armatures du condensateur, puis, au bout d'un temps convenable, on les séparait pour remettre le condensateur en charge.

Pour passer à un autre point du cycle, on arrêtait un instant l'arbre sans toucher au moteur, desserrait l'écrou du déclencheur, amenait la division voulue en face du repère, fixait de nouveau le tambour sur le disque et laissait courir. En moins d'une minute, l'arbre, très léger, avait repris son allure primitive.

On avait soin naturellement de laisser le condensateur en charge pendant un nombre de tours du plongeur suffisant pour que le cycle de charge ait pris sa valeur de régime.

Le nombre des points déterminés variait en raison de l'importance qu'avait la plus ou moins grande perfection de la courbe.

Dans les mesures quantitatives précises, nous avons commencé par vingt points équidistants, puis nous y avons ajouté quelques points intermédiaires dans la région de potentiel maximum. Nous avons reconnu ensuite qu'on pouvait, sans inconvénient, supprimer quelques points convenablement choisis.

Pour des mesures moins rigoureuses, nous nous sommes contentés de huit positions équivalentes. Enfin, lorsqu'il ne s'agissait que de recueillir quelques indications sur la valeur de la perte dans un diélectrique par rapport à un autre, ou lorsque la charge pour la position O (200) se montrait d'emblée nulle, nous n'avons déterminé que les points minimum O (200) et 100 de potentiel nul et les points 150 et 50 de potentiel maximum.

Les points sont désignés par le numéro de la division placée en regard du repère, numéro qui va en diminuant à mesure qu'on s'éloigne de O (200) dans le sens de la marche du plongeur.

Cette réduction dans le nombre des déterminations était inspirée par la nécessité d'abréger, autant que possible, le temps des opérations relatives à un même cycle, ceci pour éviter une baisse trop grande des potentiels dans la rigole.

Néanmoins, les mesures pour un cycle à vingt-deux points demandaient, y compris le temps nécessaire aux corrections, en moyenne trois heures et demie de travail ininterrompu. En outre, une grande partie des observations a dû être faite de nuit, seul moment où le galvanomètre était parfaitement tranquille. On pouvait alors estimer le $\frac{1}{10}$ de division.

Nous avons eu passablement à lutter contre les déformations de la rigole, dues à une trop grande légèreté de la construction, et au travail du plancher de bois de la machine. A maintes reprises, nous avons dû étancher des fissures qui se déclaraient dans la paraffine.

En outre, l'horizontalité de la rigole disparaissait à la longue, entraînant une dissymétrie des potentiels entre les deux moitiés de la rigole. Cependant, ces déformations étaient assez lentes pour ne pas affecter d'une manière fâcheuse les résultats d'une même série.

Il en résulte néanmoins que les potentiels vrais, aux divers points de la rigole, différaient la plupart du temps un peu des valeurs théoriques, sauf aux points de potentiels maxima et minima.

Nous n'en avons pas moins, la plupart du temps, pris pour ces points les valeurs théoriques et ceci pour deux raisons :

1° La première, c'est que la détermination exacte des potentiels est impraticable d'une façon systématique. Il faut pour cela décrire un cycle complet avec un condensa-

teur dénué de polarisation résiduelle, et ceci avant chaque cycle de mesures sur le condensateur à étudier. Il y faudrait donc le double de temps ; 2° La seconde raison est que le genre de recherches que nous faisions n'exigeait, la plupart du temps, pas une telle précision.

Cependant, dans notre étude du rapport entre les pertes d'énergie et les potentiels, nous n'avons pas hésité à opérer cette détermination du potentiel vrai, en chaque point utile, et ceci à l'aide de notre condensateur en paraffine, dont la capacité nous était connue. Les résultats ont d'ailleurs répondu à nos efforts.

Dans les tableaux donnant les résultats de nos recherches, nous n'avons consigné les valeurs des tensions que lorsque nous les avions déterminées point par point. Dans tous les autres cas, nous n'avons inscrit que le numéro de position des points (numéro de la division du tambour de déclenchement situé en face du repère) et le voltage maximum. On calculerait sans peine la valeur du potentiel au point voulu.

De même, dans les graphiques, nous nous sommes bornés à choisir une certaine abscisse pour le potentiel maximum, et à la diviser en segments égaux correspondant aux différences théoriquement égales de potentiel entre les divers points équidistants de la rigole.

Nous avons porté en ordonnées les α (déviations) seulement ; pour avoir les charges, il suffit de les multiplier par $6{,}9 \cdot 10^{-10}$ coulombs, d'après le tarage du galvanomètre. Ces α sont exacts, à moins de $^3/_{10}$ près, dans les mesures les plus précises.

§ 2. Résultats expérimentaux.

Influence de la composition des diélectriques sur la perte d'énergie.

Nous avons fait un essai préliminaire avec l'huile de vaseline, bien claire, renfermée dans une auge de verre plate

plongeaient, maintenues à 5 mm. de distance les unes
s autres par de petits tubes de verre, cinq plaques min-
s de tôle, de 1 dm². environ. Elles formaient les arma-
res d'un condensateur. Les nos 1, 3 et 5 étaient reliés
semble, les nos 2 et 4 pareillement.

Les résultats de la mesure sont consignés au tableau I.
montrent que l'huile de vaseline n'offre pas de polari-
ion résiduelle sensible à nos moyens d'investigation.

Nous avons ensuite incorporé au même liquide 5,9 % en
ds de noir de fumée préalablement débarrassé par un
age à la benzine d'une partie de ses goudrons et dessé-
. L'huile ne tarda, du reste, pas à prendre une colora-
n jaune d'or à fluorescence verdâtre. Le mélange donna
fort retard (tableau I). Ce retard provient-il du noir de
fumée ou de ses goudrons? L'expérience nous montra
rieurement que les deux corps agissent simultanément.

Nous avons laissé le noir de fumée dans l'huile pendant
tre mois. Au bout de ce temps, nous l'avons éliminé
filtration et nous avons essayé le goudron seul dans
ile. Le retard s'est montré moins fort que dans l'expé-
nce précédente (tableau I). La mesure n'est qu'appro-
e, mais elle cadre, comme nous le verrons, avec des
ériences de valeur supérieure.

Si l'on forme le rapport $\frac{\alpha_0}{\alpha \text{ max.}}$ des valeurs d'α pour les
sitions de *minimum* et de *maximum* du potentiel, on
ient un nombre qui caractérise assez bien l'allure du
le. Il sera évidemment d'autant plus petit que le retard
plus faible; car dans ce cas, comme les graphiques
us le montrent, d'une part α est petit, et d'autre part
max. est grand.

Plus le retard augmente, plus la valeur maximum de la
arge prise par le condensateur est faible. Cette manière
résumer les expériences par un simple rapport $\frac{\alpha_0}{\alpha \text{ max.}}$

n'a évidemment pas de rigueur, mais elle a le très grand avantage de dispenser de mesures longues et pénibles sur des corps dont la constitution empirique et mal définie rend illusoires des déterminations quantitatives précises. Nous nous en servirons donc :

Nous avons pour les trois mélanges

	Huile de vaseline.	Huile et goudron.	Huile et noir de fumée.
α_0	0	0,03	0,07
α max.			

Nous n'avons pas poussé plus loin les essais sur les diélectriques liquides, vu la difficulté de maintenir l'homogénéité des mélanges.

Diélectriques solides.

Nous avons opéré principalement sur des mélanges de paraffine et d'autres corps, diélectriques ou conducteurs.

Le mélange se faisait dans la paraffine en fusion. On le coulait sur une plaque de fonte avec toutes les précautions voulues pour éliminer les inclusions d'air. On rabotait ensuite les plaques pour enlever les couches superficielles moins homogènes et amincir le diélectrique, dont l'épaisseur variait entre 0 et $\frac{1}{4}$ mm.

On armait ces plaques de feuilles d'étain, enduit très légèrement de vaseline pour faciliter l'adhérence. L'expérience nous a montré que cette interposition était sans effet sur les déterminations.

Quelques compositions trop molles ou trop collantes ont été coulées directement sur une plaque de verre, où l'on avait ménagé une armature d'étain.

Toutes ces mesures ont été faites à la vitesse de $1 \frac{t}{s}$.

[illegible] sec.

Paraffine.

La plaque est d'une paraffine légèrement jaunâtre, se solidifiant à environ 52° C. Elle a 3,7 mm. d'épaisseur moyenne et porte des armatures de 250.183 mm².

Les résultats sont consignés au tableau II.

Il n'y a donc pas de retard sensible. Nous avons donc pu utiliser cette plaque comme condensateur de correction des écarts de fonctionnement de la machine.

Sa capacité, mesurée au repos, était telle que 76,5 volts donnaient 30,6 α.

$$\frac{\alpha_0}{\alpha \text{ max.}} = 0.$$

Paraffine-aluminium.

Nous avons ensuite étudié une lame de paraffine contenant 4,7 % d'aluminium pur en poudre. La paraffine était bien blanche et se solidifiait vers 52°.

L'épaisseur de la plaque était de 3,8 mm. en moyenne. Les armatures avaient 176-247 mm².

Les résultats sont consignés au tableau II.

On voit que le retard est insensible.

Le condensateur donnait 58,4 α pour 97,5 volts.

On remarquera que sous le même voltage, le condensateur étalon donnerait 38,6 α seulement avec des armatures légèrement plus grandes et la même épaisseur. On retrouve donc ici l'accroissement du pouvoir inducteur constaté par MM. Boccara et Pandolfi[35] dans leurs mélanges de fer réduit et de paraffine.

Paraffine. — Charbon d'arc.

Nous avons incorporé à la paraffine 4,4 % en poids de charbon de lampe à arc, pulvérisé. Le condensateur, épais de 3,5 mm., avait 180-253 mm² d'armature et donnait 48,3 α pour 97,5 volts.

On ne constate pas de retard appréciable. (Tableau II.)

Paraffine. — Graphite.

Un condensateur contenant 5,4 % de graphite dans la paraffine n'a donné non plus aucun retard.

Ces expériences montrent que l'incorporation à la paraffine de solides bons conducteurs n'influe pas, du moins à la température ordinaire, d'une manière sensible sur la polarisation des diélectriques.

Ce résultat est conforme à ceux de M. Threlfall qui opérait sur un mélange paraffine-graphite.

On n'avait pas pris la peine de dessécher préalablement les poudres, ce qui montre donc que des traces d'humidité ne jouent pas un rôle important dans les phénomènes de polarisation résiduelle.

Nous avons ensuite dirigé notre attention sur les bons diélectriques

Deux diélectriques ne donnant respectivement aucun résidu peuvent-ils en donner un quand on les mélange ou les stratifie ?

M. Muraoka [36] l'affirme, du moins dans le cas de la stratification. Il opérait sur l'air, la paraffine, le pétrole, le xylol, les huiles de paraffine et de ricin et l'essence de térébenthine, tous corps très purs, ne donnant pas de résidu.

Il observait à l'électromètre la réapparition des charges.

En stratifiant ces corps, deux à deux, il obtenait souvent un résidu très fort. Faisaient exception : la stratification de deux très bons diélectriques, air-paraffine, par exemple ; secondement, la stratification de deux liquides miscibles, térébenthine-pétrole, xylol-pétrole. Quand une des couches dissolvait l'autre, le résidu, très fort au début, allait disparaissant peu à peu, au fur et à mesure des progrès de la dissolution, indiquant que l'hétérogénéité réclamée par la théorie de Maxwell ne saurait être moléculaire.

Nous avons essayé d'abord un mélange à poids égaux de paraffine et de colophane formé à chaud. Le condensa-

teur avait 207-302 mm² d'armature et 3 mm. d'épaisseur.

Le retard a été insensible. (Tableau II.)

Nous avons essayé de même la composition isolante à base de paraffine et de colophane de la fabrique de câbles électriques de Cortaillod, dont MM. Berthoud, Borel & Cie nous avaient obligeamment fourni une certaine quantité.

Cette substance, brune, très homogène, filante à la température ordinaire, nous a fourni les chiffres consignés au tableau I.

Le retard de polarisation est donc nul.

Nous avons superposé ensuite ce diélectrique au précédent et nous avons eu un résultat négatif. (Tableau I.)

Nous avons enfin obtenu, en dissolvant à chaud du soufre en canon dans la paraffine, des *diélectrines* à 1 %, 2 % et 3 % de soufre.

A partir de 3 %, la cristallisation du soufre précédait la solidification de la paraffine, semant la masse d'un enchevêtrement d'aiguilles cristallines. Nous avons choisi du soufre en canon de préférence à la fleur de soufre, pour éviter la présence du SO_2; d'ailleurs, une expérience avec une plaque à fleur de soufre 3 % n'a montré aucun effet de ce gaz.

Le tableau I montre que le retard est insensible.

Ce résultat paraît en contradiction avec ceux de M. Beaulard, mais il attribue lui-même le retard observé à la formation de sulfure de cuivre sur les plaques de cuivre qui armaient son condensateur. En opérant comme nous, il a trouvé aussi un résultat négatif.

Il nous paraît difficile de formuler sur cette question de la création d'un résidu par l'action réciproque de deux diélectriques qui, séparément, en sont exempts, une opinion formelle. Nous penchons cependant à croire que les résultats de M. Muraoka sont attribuables à diverses actions électro-capillaires, chimiques, etc., s'exerçant entre les surfaces de séparation des deux corps en présence.

Nous avons fait deux essais sur une feuille de mica remarquablement transparente et n'avons rien trouvé. (Tableau II.)

La lame avait 0,10 mm. d'épaisseur. M. Beaulard avait trouvé une aire cyclique très faible. On sait en effet que le mica donne un résidu non douteux, quoique faible. L'échantillon essayé ici était-il d'une pureté particulière, ou ce résultat négatif n'est-il pas plutôt imputable à un défaut de sensibilité de la méthode ?

Nous ferons remarquer que le principal mérite de cette méthode réside moins dans une sensibilité exquise que dans la possibilité de suivre, pour ainsi dire, pas à pas la marche des phénomènes le long du cycle de charge.

Le verre nous a donné des résultats différant avec les échantillons. Le retard insensible pour un tube de verre mince, était très apparent pour une plaque de verre à vitre. Le condensateur avait 80-90 mm² d'armature et 2 mm. d'épaisseur. Il donnait 52,4 α pour 98,7 volts (tableau I), le rapport $\frac{\alpha_0}{\alpha \text{ max.}} = 0{,}038$.

Enfin, une lame de celluloïd de 0,4 mm., nous a donné le rapport

$$\frac{\alpha_0}{\alpha \text{ max.}} = 0{,}065.$$

Nous nous sommes enfin tournés vers des corps médiocrement conducteurs, le bois et le noir de fumée.

De la sciure de sapin, séchée pendant six jours à environ 80°, a été cuite un certain temps dans la paraffine. Nous avons ensuite coulé cette boue sur une plaque de fonte et nous l'avons pressée pour enlever l'excès de paraffine. La plaque obtenue était d'homogénéité médiocre. Nous n'avons rien pu constater. (Tableau II.)

Nous avons incorporé à la paraffine des quantités variables de noir de fumée brut. Cette opération se faisait sans difficulté à chaud; on attendait avant de couler que

tout dégagement de bulles ait cessé. Les plaques obtenues étaient remarquablement homogènes; pour les fortes teneurs en noir de fumée, elles avaient une certaine plasticité et un toucher savonneux. Nous n'avons pas dépassé 10 % en poids, la masse devenant trop friable et trop difficile à couler.

Le tableau II contient les mesures sur des diélectriques à teneur 1 %, 2,5 % et 5 %. En outre, on trouvera plus loin les données relatives à un composé à 9,4 % de noir de fumée brut.

En calculant le rapport $\frac{\alpha_0}{\alpha \text{ max.}}$ pour T = 1

1 %	2,5 %	5 %	9,4 %	10 % n. d. f. lavé
0,013	0,073	0,26	0,38	0,074

Nous y avons joint la valeur de $\frac{\alpha_0}{\alpha \text{ max.}}$ relative à un mélange à 10 % de paraffine et de noir de fumée débarrassé en grande partie de ses goudrons. Ce noir de fumée avait macéré pendant plus de dix jours, successivement dans l'alcool et dans la benzine, qu'on renouvelait dès que la coloration était un peu forte. Quand la benzine a cessé presque de se colorer, nous avons lavé à l'éther, puis séché la masse à 80° environ. Cependant, nous avons pu reconnaître postérieurement qu'elle colorait encore faiblement l'huile de vaseline au bout de quelques jours. (Tableau VI.)

L'examen des chiffres montre que la valeur du rapport augmente d'abord rapidement entre 1 et 2,5 %, puis plus lentement. On voit, par la comparaison avec le mélange à noir de fumée lavé, qu'il paraît impossible d'attribuer entièrement aux goudrons la viscosité des diélectriques étudiés. Il semble en effet difficile que le lavage ait laissé au noir de fumée la quantité de goudron (25 %) que réclamerait l'égalité des rapports $\frac{\alpha_0}{\alpha \text{ max.}}$ pour le n. d. f. à 10 % et le n. d. f. brut à 2,5 %.

Nous avons fait deux essais sur une feuille de mica remarquablement transparente et n'avons rien trouvé. (Tableau II.)

La lame avait 0,10 mm. d'épaisseur. M. Beaulard avait trouvé une aire cyclique très faible. On sait en effet que le mica donne un résidu non douteux, quoique faible. L'échantillon essayé ici était-il d'une pureté particulière, ou ce résultat négatif n'est-il pas plutôt imputable à un défaut de sensibilité de la méthode ?

Nous ferons remarquer que le principal mérite de cette méthode réside moins dans une sensibilité exquise que dans la possibilité de suivre, pour ainsi dire, pas à pas la marche des phénomènes le long du cycle de charge.

Le verre nous a donné des résultats différant avec les échantillons. Le retard insensible pour un tube de verre mince, était très apparent pour une plaque de verre à vitre. Le condensateur avait 80-90 mm² d'armature et 2 mm. d'épaisseur. Il donnait 52,4 α pour 98,7 volts (tableau I), le rapport $\frac{\alpha_0}{\alpha \text{ max.}} = 0{,}038$.

Enfin, une lame de celluloïd de 0,4 mm., nous a donné le rapport

$$\frac{\alpha_0}{\alpha \text{ max.}} = 0{,}065.$$

Nous nous sommes enfin tournés vers des corps médiocrement conducteurs, le bois et le noir de fumée.

De la sciure de sapin, séchée pendant six jours à environ 80°, a été cuite un certain temps dans la paraffine. Nous avons ensuite coulé cette boue sur une plaque de tôle et nous l'avons pressée pour enlever l'excès de paraffine. La plaque obtenue était d'homogénéité médiocre. Nous n'avons rien pu constater. Tableau II.

Nous avons incorporé à la paraffine des quantités variables de [illegible]. Cette opération se faisait [illegible] on attendait avant de couler que

égagement de bulles ait cessé. Les plaques obtenues
t remarquablement homogènes; pour les fortes teneurs
ir de fumée, elles avaient une certaine plasticité et
ucher savonneux. Nous n'avons pas dépassé 10 % en
la masse devenant trop friable et trop difficile à couler.
tableau II contient les mesures sur des diélectriques
ur 1 %, 2,5 % et 5 %. En outre, on trouvera plus
s données relatives à un composé à 9,4 % de noir
née brut.

calculant le rapport $\frac{\alpha_0}{\alpha \text{ max.}}$ pour T = 1

1 %	2,5 %	5 %	9,4 %	10 % n. d. f. lavé
,013	0,073	0,26	0,38	0,074

s y avons joint la valeur de $\frac{\alpha_0}{\alpha \text{ max.}}$ relative à un
ge à 10 % de paraffine et de noir de fumée dé-
sé en grande partie de ses goudrons. Ce noir de fu-
vait macéré pendant plus de dix jours, successive-
lans l'alcool et dans la benzine, qu'on renouvelait
e la coloration était un peu forte. Quand la benzine
t presque de se colorer, nous avons lavé à l'éther,
ché la masse à 80° environ. Cependant, nous avons
onnaître postérieurement qu'elle colorait encore fai-
it l'huile de vaseline au bout de quelques jours. (Ta-
VI.)

amen des chiffres montre que la valeur du rapport
nte d'abord rapidement entre 1 et 2,5 %, puis plus
ent. On voit, par la comparaison avec le mélange à
e fumée lavé, qu'il paraît impossible d'attribuer en-
ent aux goudrons la viscosité des diélectriques étu-
l semble en effet difficile que le lavage ait laissé au
fumée la quantité de goudron (25 %) que réclamerait
é des rapports $\frac{\alpha_0}{\alpha \text{ max.}}$ pour le n. d. f. à 10 % et le
. brut à 2,5 %.

Ces résultats, d'accord avec ceux de nos premières expériences, nous portent à assigner au noir de fumée pur, corps mauvais conducteur, un rôle dans la production de la viscosité dans le bon diélectrique qu'est la paraffine.

Cette étude des mélanges mérite d'être reprise avec des moyens plus expéditifs et plus sensibles.

Nous avons profité enfin d'une période de froids intenses et secs pour soumettre la glace d'eau à l'épreuve de nos appareils.

La glace utilisée était de la glace d'étang bien propre ou de la glace produite par congélation d'une mince couche d'eau distillée. Elle contenait quelques bulles d'air qui d'ailleurs, l'expérience nous l'a démontré, n'exerçaient pas d'effet perturbateur sensible.

Les lames de glace, taillées $\perp$ à l'axe optique de la glace, étaient armées d'étain simplement appliqué à la chaleur de la main.

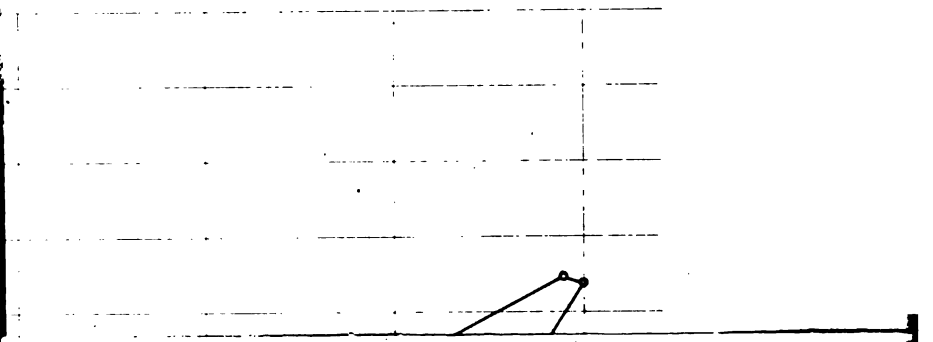
Le dégel est malheureusement venu contrecarrer nos recherches et nous a empêché d'étudier des lames de glace taillées parallèlement à l'axe, pour voir si l'on trouverait pour ce corps ce que MM. Düggelin et Curie ont découvert pour le quartz, à savoir une différence entre les effets du champ dans les deux directions parallèle et perpendiculaire à l'axe optique.

Le tableau III résume les observations et donne les énergies perdues pour $T = 1$ et V max. $= 8$ volts.

Les températures indiquées sont les températures moyennes. Les condensateurs étaient placés sur une fenêtre du laboratoire; la sécheresse de l'air était telle qu'au bout de peu de temps les lames de glace accusaient une évaporation notable. Les retards sont les plus forts qu'il nous ait été donné d'observer. (Pl. XIX.)

Rôle des ébranlements.

Nous n'avons rien trouvé dans la littérature à ce sujet. On sait cependant que les trépidations hâtent le dévelop-



sateur 9,4% noir de fumée dans la paraffine

III''' Série *Volts* $\frac{147,5}{2}$

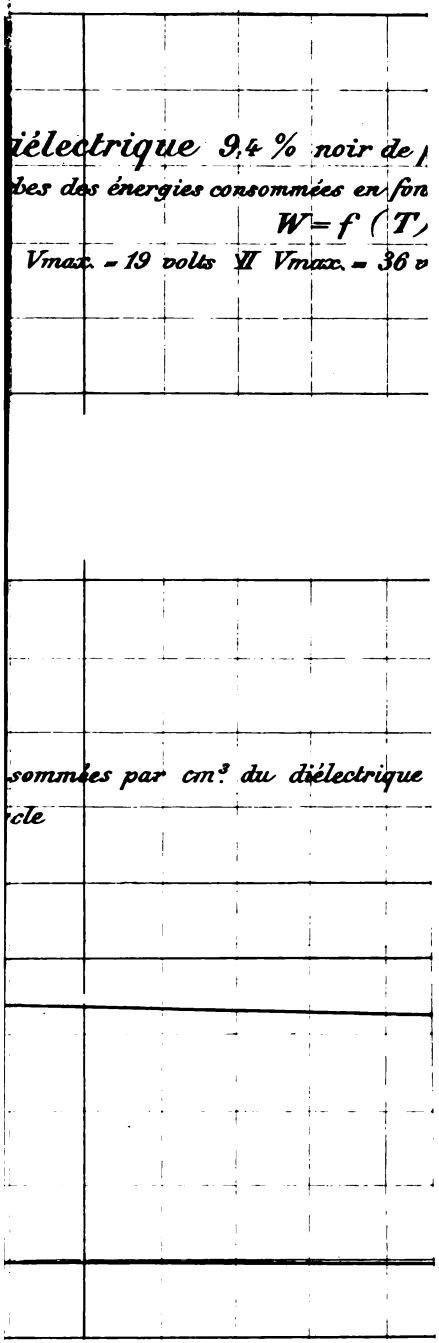
25 $\frac{s}{t}$ *II 0,5* $\frac{s}{t}$ *III 1* $\frac{s}{t}$ *IV 2* $\frac{s}{t}$ *V 5* $\frac{s}{t}$

VI 10 $\frac{s}{t}$ *VII 20* $\frac{s}{t}$

4 m m. pour 1 α

LITH. J. CHAPPUIS, LAUSANNE.

ROYAL
SOCIETY


iélectrique 9,4 % noir de
bes des énergies consommées en fon
W = f (T,
Vmax. = 19 volts VI Vmax. = 36 v
sommées par cm³ du diélectrique
cle

pement du résidu des condensateurs. On peut donc s'attendre à ce qu'elles diminuent la viscosité électrique et les pertes d'énergie.

Nous avons tenté cette recherche. La lame diélectrique appuyait par un point de sa surface sur un support, et par un de ses petits côtés sur la caisse d'un sonomètre.

Cette caisse entrait en vibration sous l'action d'un diapason commandé par trois piles au bichromate, et qui donnait cent vibrations doubles par seconde.

Les vibrations du sonomètre se transmettaient au diélectrique.

La mesure se faisait pour le point de potentiel zéro O (200). On avait réglé le potentiel maximum de manière à faire α_0 le plus grand possible. On pouvait ainsi déceler des traces d'augmentation et de diminution du retard.

Les mesures ont porté sur le condensateur à 9,4 % de noir de fumée, et, sur le verre, avec T = 0,5 sec. On faisait des séries alternées de deux lectures, en vibration et en repos. Nous avons obtenu ainsi :

Pour le noir de fumée, avec 30 volts

α_0 repos (5 obs.) — 73,0
α_0 vibration (6 obs.) — 73,1

Pour le verre, sous 87 volts

α_0 repos — 4,8
α_0 vibration — 4,8

Le résultat est entièrement et décidément négatif et son exactitude ne nous paraît pas pouvoir être mise en discussion.

Il vaudrait la peine de le vérifier pour d'autres corps. S'il l'était pour la plupart des corps, ce serait un appoint sérieux pour la théorie de Hess.

Nous avons tenté de rechercher si la tension mécanique a un effet sur la viscosité en chargeant de poids une bande de celluloïd. Nos mesures sont trop incertaines pour leur accorder quelque crédit. C'est un essai à recommencer.

Relation entre les pertes d'énergie et la fréquence.

Nous avons étudié cette relation sur le condensat 9,4 % de noir de fumée, qui nous donnait le plus retard.

Nous avons vu que les théories les mieux étayées l'expérience indiquent un maximum de la perte d'én pour une fréquence finie, cette perte tendant vers pour des fréquences nulles ou infinies.

Les expériences d'Eisler et de Threlfall corroboren déductions.

Nous nous sommes proposés de rechercher l'allure courbe des énergies dissipées en fonction de la du cycle dans les limites de fréquence réalisables par dispositif.

Nous avons effectué pour cela trois séries de me à des potentiels de 19, 36 et 73,8 volts. Les résu numériques en sont consignés aux tableaux A, B, C, D.C deux derniers complétés graphiquement par les planc correspondantes C et D. (Pl. XX et XXI.)

Les condensateurs avaient pour diélectrique la mê lame paraffine-9,4 % noir de fumée. Les armatures étaient mesurées de manière à ce qu'on eût toujours de sensiblement de même grandeur.

On s'est efforcé, sans y réussir complètement, de ma tenir le potentiel constant pour toute une série. Les var tions individuelles sont d'ailleurs faibles et nullem de nature à altérer l'allure générale de la courbe pertes.

En outre, il règne une légère incertitude sur la val moyenne vraie du potentiel pour la série à basse e moyenne tension. Cette incertitude, affectant tous les t mes, n'altère pas davantage l'allure de la courbe.

Chaque cycle est donné par vingt points, la série moyenn donne un point intermédiaire près des maxima, dont

s'est efforcé, dans la troisième série C, de fixer la valeur et la place exacte.

L'examen des cycles montre que α_0 augmente et α max. diminue quand la fréquence augmente. *Le cycle donc se renfle et se raccourcit*, et cette déformation semble se faire suivant une même loi pour tous les potentiels, les cycles étant alors des figures semblables.

Du moins la valeur du rapport $\frac{\alpha_0}{\alpha \text{ max.}}$ suit une marche identique, avec des grandeurs sensiblement égales pour chaque fréquence.

On en pourra juger par le tableau suivant :

	19 volts.	36 volts.	73,8 volts.
T	A	B	C
0,25	3,4	3,4	3,0
0,5	3,6	3,5	3,3
1,0	3,6	3,7	3,8
2,0	3,8	3,6	3,8
3,0	4,0	—	—
5,0	4,9	5,0	4,7
6,0	5,1	—	—
10,0	5,9	6,0	5,5
20,0	7,5	7,2	7,1
50,0	12,5	11,3	10,5

On remarquera d'emblée l'étranglement des cycles aux points 190 et 90.

Ces étranglements sont d'autant plus marqués que la valeur de α est plus faible, ce qui correspond ici à la diminution de T. Ces étranglements tiennent probablement à une cause d'erreur que nous n'avons pu découvrir jusqu'ici.

On les a supprimés dans la mesure des aires en éliminant les points 190 et 90 du tracé, ce qui rend aux cycles leur régularité. Nous avons cependant tenu à donner ceux-ci tels quels.

Nous avons mesuré les aires à la balance ou au planimètre, les avons comparées à une aire de valeur connue en énergie, et avons dressé ainsi le tableau D, qui résume l'ensemble et donne en outre les valeurs de W par centimètre cube, ce qui rend les trois séries comparables. Ce tableau a fourni la planche XXI.

A première inspection, on remarque l'existence d'un maximum entre T = 2 et T = 3. On y voit aussi que la décroissance de la perte est plus rapide pour les T petits que pour les T grands. Nous hésitons à nous prononcer sur l'inflexion qui marque la position du point W pour T = 1. Ce ressaut n'existe pas pour 19 volts; il est faible encore pour 36 et devient très sensible pour 73,8 volts.

L'allure de nos courbes diffère notablement de celles de M. Beaulard, dont l'inflexion vers l'axe des ordonnées commence pour des valeurs différentes de T, tandis que notre maximum a lieu, du moins autant qu'on en peut juger sur un nombre aussi restreint de déterminations, pour la même valeur de T.

Relation entre la perte d'énergie et le potentiel.

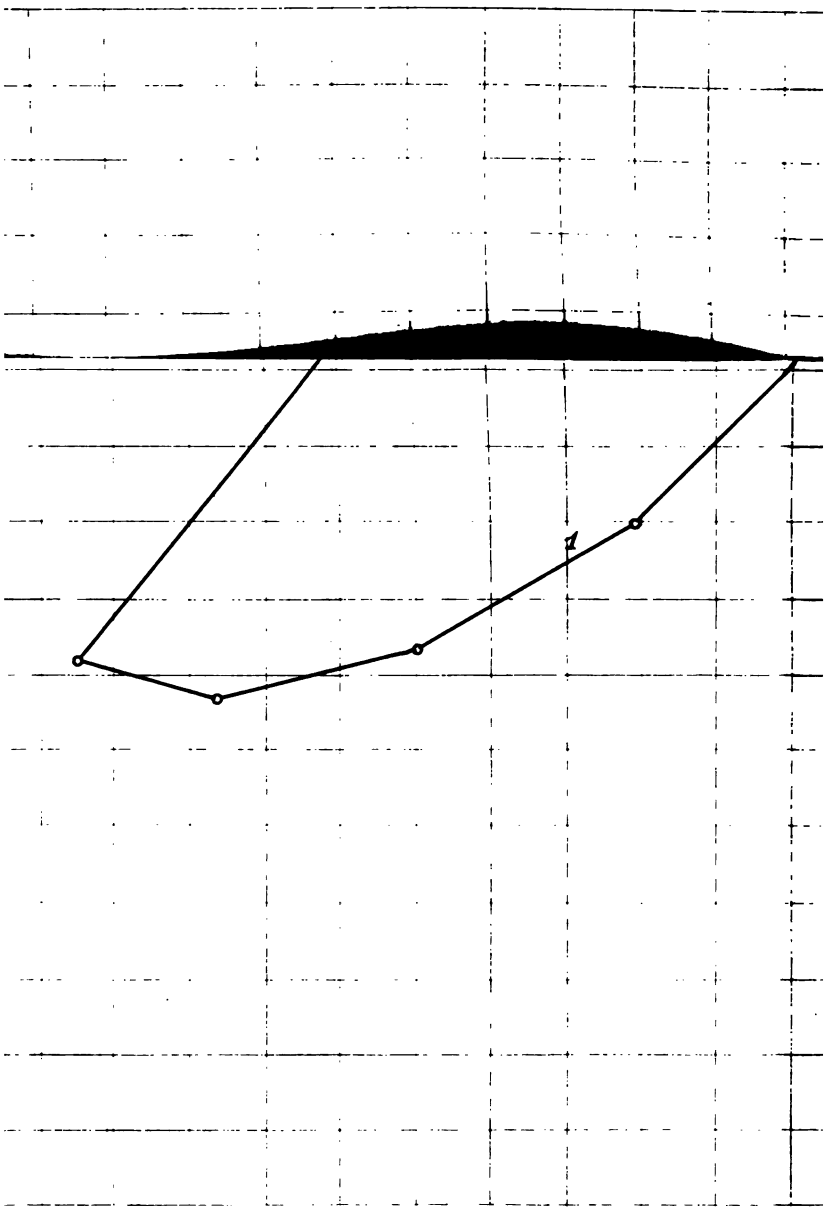
Nous avons étudié cette relation toujours sur les mêmes condensateurs à 9,4% de noir de fumée.

Les mesures qui forment les trois séries A, B, C, si elles concluent dans la recherche de la fonction $f(T) = W$, sont insuffisantes pour établir une relation entre les pertes et le potentiel.

Nous avons donc déterminé plus exactement les potentiels aux points considérés de la courbe à l'aide de condensateurs à paraffine, de capacité connue, que nous soumettions au même cycle d'opérations que le diélectrique étudié.

Pour gagner un temps précieux, nous avons éliminé de la série des points à chercher ceux que l'expérience nous avait fait juger superflus.

bleau IV et IV'



L. Mercanton, Ing^r electr

1 — 20 seconacs.

LITH. J. CHAPPUIS, LAUSANNE.

Nous avons opéré avec T = 1 et les potentiels 16,7, 34 et 68 volts, sensiblement doubles les uns des autres.

Les tableaux IV et la planche XXII représentent les résultats de cette série.

Une autre série comprend les potentiels 33,5 et 69 pour T = 20 sec. (Voir tableau V et planche XXIII.)

Les cycles obtenus sont d'une grande régularité. Leur valeur en énergie a été déterminée par la comparaison de leur poids à celui d'une aire calculable.

La courbe planche XXIV représente

$$W = f(V).$$

Le tableau ci-dessous résume les résultats :

V max.	W/cm³	T
68 v.	2052 . $10^{-10} j$	1 sec.
34 v.	410 . $10^{-10} j$	1 sec.
16,7 v.	77,5 . $10^{-10} j$	1 sec.
69 v.	1380 . $10^{-10} j$	20 sec.
33,5 v.	266 . $10^{-10} j$	20 sec.

Nous avons vainement tenté d'identifier cette courbe avec une fonction de la forme

$$W = a\, V^{\varepsilon}$$

nous rencontrant en ceci avec M. Beaulard. Nous n'avons pas eu plus de succès avec une parabole du deuxième degré.

Cependant, tandis que pour beaucoup de cycles de même durée des séries de M. Beaulard la relation

$$\frac{W_1}{W_2} = \frac{V_1^2}{V_2^2}$$

se vérifie très bien, nous avons toujours obtenu pour le rapport $\frac{W_1}{W_2}$ des valeurs notablement supérieures à celles du rapport $\frac{V_1^2}{V_2^2}$.

Pour T = 1 seconde, en faisant

$$V_1 = 68 \text{ v.} \qquad V_2 = 34 \text{ v.}$$

et en donnant à W_1 et W_2 les valeurs correspondant nous avons

$$\frac{V_1^2}{V_2^2} = \frac{68^2}{34^2} = 4{,}00, \qquad \text{tandis}$$

$$\frac{W_1}{W_2} = \frac{2052 \cdot 10^{-10}}{410 \cdot 10^{-10}} = 5.00$$

et

$$\frac{\dfrac{W_1}{W_2}}{\dfrac{V_1^2}{V_2^2}} = 1.25.$$

En faisant

$$V_3 = 16.70 \text{ v.} \quad \text{et} \quad W_3 = 77.5 \cdot 10^{-10} \text{ j.}$$

nous avons

$$\frac{W_2}{W_3} = 5.29 \qquad \frac{V_2^2}{V_3^2} = 4.15$$

et

$$\frac{\dfrac{W_2}{W_3}}{\dfrac{V_2^2}{V_3^2}} = 1.27 \text{ s.}$$

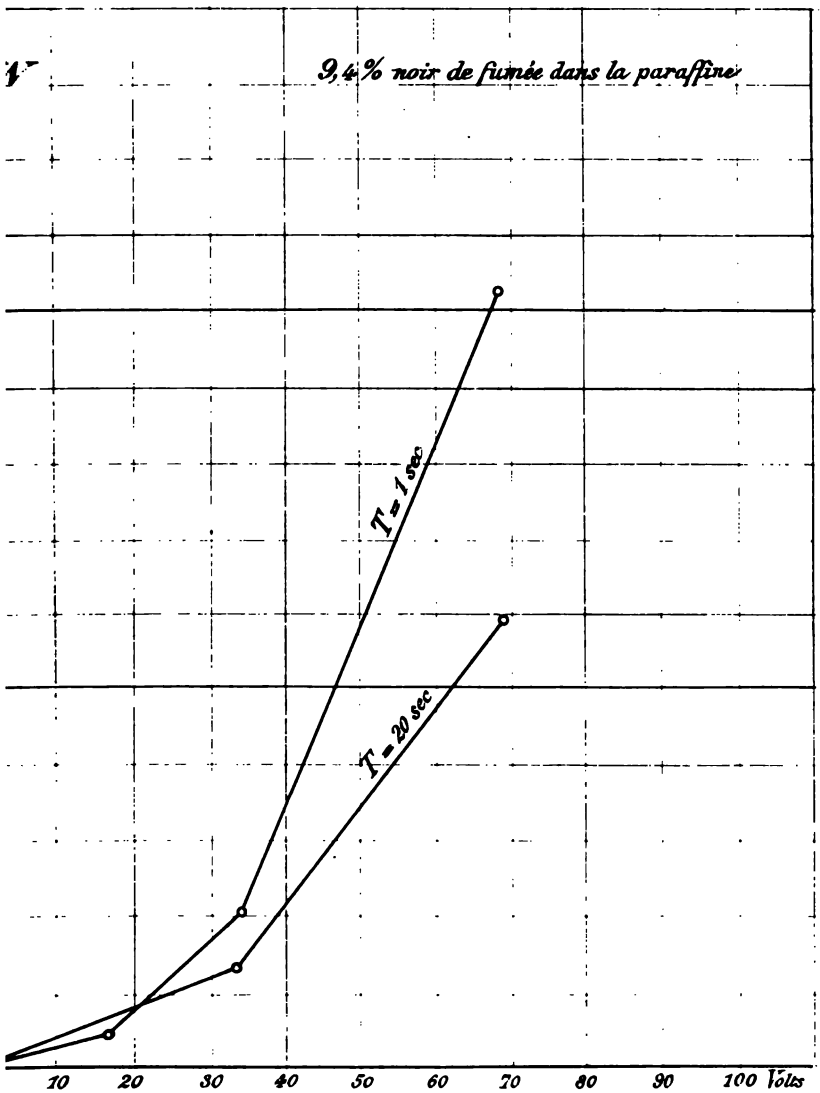
Enfin pour T = 20 sec. et

$$V_1' = 69 \text{ v.} \qquad V_2' = 33.5 \text{ v.}$$

$$W_1' = 1380 \cdot 10^{-10} \text{ j.} \qquad W_2' = 266 \cdot 10^{-10} \text{ j.}$$

on a

$$\frac{V_1'^2}{V_2'^2} = 1.24 \qquad \frac{W_1'}{W_2'} = 5.19$$

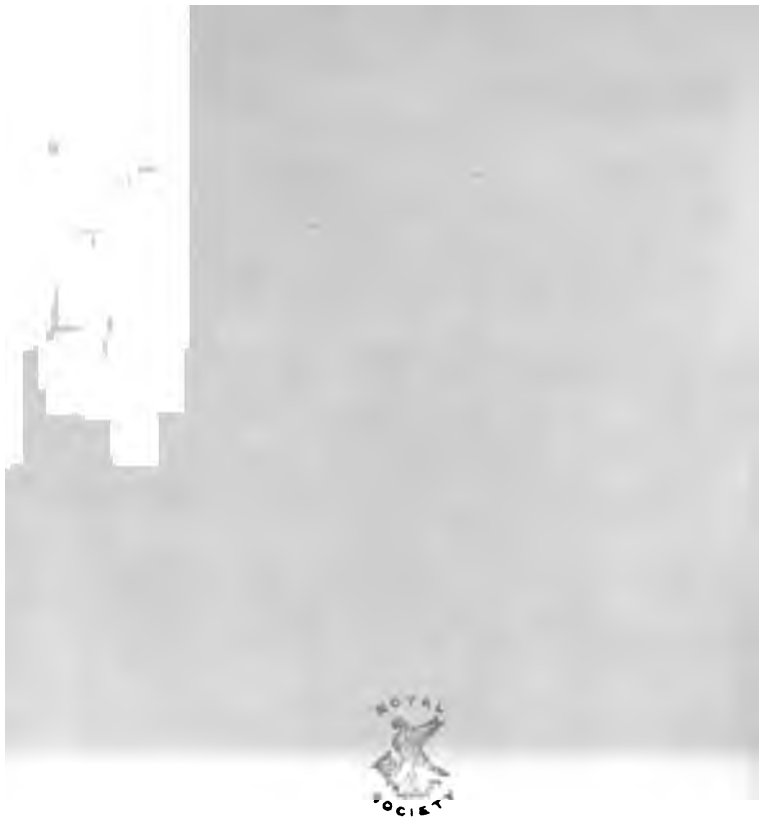


W = Energies perdues par cm^3 et par cycle

1 mm. = 5.10^{-10} Joules 1mm. = 1 Volt.

Mgr électr.

Lith. J. Chappuis, Lausanne.



$$\frac{\frac{W_1'}{W_2'}}{\frac{V_1'^2}{V_2'^2}} = 1{,}22 .$$

Ces résultats s'éloignent beaucoup de ceux qu'a fournis
xpérience jusqu'à présent. Il ne nous paraît cependant
s que notre mode opératoire prête à des critiques assez
rtes pour les rendre suspects.

Conclusion.

Au terme de cet exposé, nous croyons utile de résumer
ièvement les résultats de nos expériences en indiquant
points qui nous semblent mériter une étude plus appro-
ndie.

Les mélanges d'un diélectrique ne consommant pas une
antité d'énergie appréciable, la paraffine pure, avec des
ns conducteurs, aluminium, graphite, charbon d'arc sont
siblement exempts de perte.

Leur pouvoir inducteur spécifique est généralement supé-
ur à celui de la paraffine.

Les mélanges de paraffine avec le soufre, la colophane,
rps bons diélectriques, sont exempts de perte. Nous
vons pas retrouvé les effets de résidu constatés par
raoka pour les bons diélectriques stratifiés. Il convien-
ait d'élucider définitivement ce point important.

La consommation d'énergie des mélanges de paraffine et
divers corps médiocres conducteurs varie d'un composé
l'autre, et dépend pour un même composé des propor-
ns du mélange.

La glace d'eau présente la plus forte dissipation que
us ayons eu à enregistrer. Elle doit faire l'objet de nou-
lles investigations.

Les recherches faites sur un mélange à 9,4% de noir de

fumée brut dans la paraffine, sous trois tensions maxima et sous huit vitesses cycliques différentes, nous ont permis de constater l'existence d'un maximum de la perte d'énergie en fonction de la fréquence pour une durée cyclique de 3 secondes environ.

Nous n'avons pu identifier, pour ce même mélange, la courbe des pertes en fonction des potentiels maximum à aucune courbe simple, en particulier à une expression de la forme $W = a V^n$, qui a réussi cependant à d'autres expérimentateurs et pour d'autres corps. De nouvelles recherches sont désirables.

Nous en dirons autant de l'influence des trépidations sur la polarisation résiduelle des diélectriques, que l'expérience nous a montrée nulle. L'insuffisance possible des moyens employés ne permet pas de considérer ce point comme définitivement acquis.

Enfin il conviendrait d'appliquer nos résultats à la vérification des formules de MM. Pellat et Beaulard, ce qui exigerait tout d'abord la détermination délicate, à l'aide de champs alternatifs de très grande fréquence, du pouvoir inducteur spécifique vrai de nos mélanges.

Peut-être pourrons-nous faire un jour ce rapprochement avec la théorie.

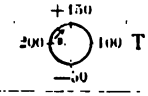
T en secondes		T = 0,25	0,5	1	2	3	5	6	10	20	50
	Positions	α	α	α	α	α	α	α	α	α	α
59,0 α pour 20 volts.	200	— 6,0	— 6,3	— 7,6	— 5,0	— 7,8	— 6,6	— 6,8	— 5,9	— 5,1	— 3,3
Volume 19,9 cm.^{3} = S.e.	190	— 0,4	+ 0,5	+ 1,0	+ 2,6	+ 2,0	+ 2,5	+ 3,3	+ 4,5	+ 5,0	+ 6,5
S = 50,5 cm.^{2}.	180	+ 4,9	+ 3,9	+ 7,3	+ 8,9	+ 9,3	+ 10,3	+ 11,8	+ 13,5	+ 14,0	+ 15,3
e = 3,3 mm.	170	+ 10,5	+ 9,9	+ 13,4	+ 16,0	+ 17,2	+ 18,7	+ 20,2	+ 21,8	+ 22,3	+ 24,5
	160	+ 16,1	+ 17,1	+ 20,8	+ 22,6	+ 24,4	+ 27,0	+ 28,5	+ 31,3	+ 31,8	+ 34,1
V maximum = 19 volts.	150	+ 20,2	+ 23,8	+ 27,3	+ 29,9	+ 32,8	+ 34,8	+ 36,9	+ 40,0	+ 41,2	+ 45,0
	140	+ 22,2	+ 22,8	+ 26,1	+ 30,0	+ 32,3	+ 34,5	+ 35,0	+ 37,1	+ 38,0	+ 40,9
	130	+ 18,9	+ 20,7	+ 22,8	+ 26,0	+ 27,5	+ 28,6	+ 29,3	+ 30,8	+ 31,0	+ 32,6
	120	+ 15,4	+ 16,6	+ 18,8	+ 20,8	+ 21,9	+ 22,0	+ 22,5	+ 23,8	+ 23,4	+ 23,3
	110	+ 11,3	+ 12,0	+ 13,5	+ 14,5	+ 15,0	+ 15,3	+ 15,3	+ 15,4	+ 15,4	+ 13,3
	100	+ 6,7	+ 6,8	+ 7,3	+ 8,4	+ 8,6	+ 7,8	+ 7,5	+ 7,5	+ 5,9	+ 4,4
	90	+ 0,8	— 0,5	— 1,0	— 0,5	— 1,0	— 2,0	— 2,5	— 2,0	— 3,6	— 5,6
	80	— 4,2	— 5,1	— 6,1	— 6,6	— 8,1	— 9,1	— 10,3	— 11,3	— 13,0	— 14,8
	70	— 9,4	— 10,0	— 12,5	— 14,5	— 15,5	— 17,5	— 19,1	— 20,3	— 21,8	— 24,5
	60	— 16,1	— 17,2	— 19,3	— 22,1	— 22,8	— 25,9	— 26,4	— 29,5	— 31,3	— 34,5
	50	— 20,3	— 23,3	— 26,3	— 30,0	— 32,3	— 34,8	— 35,8	— 38,5	— 41,3	— 45,4
	40	— 21,5	— 22,3	— 25,4	— 29,6	— 31,3	— 33,8	— 33,9	— 36,0	— 38,3	— 40,9
	30	— 18,4	— 18,6	— 22,3	— 25,4	— 26,7	— 28,1	— 28,0	— 29,8	— 30,9	— 32,0
	20	— 14,9	— 15,1	— 17,6	— 19,8	— 20,9	— 21,9	— 22,0	— 22,0	— 22,5	— 22,9
	10	— 10,2	— 10,6	— 13,5	— 13,5	— 14,4	— 14,2	— 14,6	—[14]"	— 13,5	— 12,6
	145	+ 23,2	—	—	—	—	—	—	—	—	+ 44,4
	45	— 22,3	—	—	—	—	—	—	—	—	— 44.0

TABLEAU B.

Condensateur : 9,4 % noir de fumée brut dans la paraffine.

T en secondes.	Positions	T = 0.25	0,5	1	2	5	10	20	50
		α	α	α	α	α	α	α	α
57,8 α pour 40,5 volts.	200	— 7,6	— 7,5	— 7,9	— 9,2	— 8,0	— 7,5	— 6,5	— 4,3
Volume 9,95 cm.³. S.e. e. = 3,3 mm. S. = 30,2 cm.².	190	— 0,8	+ 0,3	+ 1,0	+ 1,2	+ 3,0	+ 3,5	+ 5,5	+ 5,9
	180	+ 5,3	+ 5,4	+ 7,1	+ 9,1	+ 11,1	+ 11,7	+ 14,3	+ 15,3
	170	+ 11,4	+ 11,4	+ 14,2	+ 16,2	+ 19,5	+ 21,0	+ 24,7	+ 26,1
	160	+ 17,8	+ 19,0	+ 21,8	+ 24,5	+ 28,6	+ 30,9	+ 35,0	+ 36,6
	150	+ 26,1	+ 27,2	+ 30,8	+ 33,8	+ 38,0	+ 40,9	+ 46,9	+ 48,9
V maximum = 36 volts.	145	+ 25,5	+ 27,2	+ 30,1	+ 33,8	+ 38,0	+ 40,3	+ 45,6	+ 48,5
	140	+ 24,7	+ 26,3	+ 29,4	+ 32,9	+ 36,9	+ 38,1	+ 43,5	+ 44,5
	130	+ 21,8	+ 23,2	+ 25,7	+ 28,9	+ 31,9	+ 31,9	+ 34,2	+ 34,8
	120	+ 17,7	+ 18,9	+ 20,6	+ 22,8	+ 23,6	+ 24,9	+ 25,1	+ 24,4
	110	+ 13,5	+ 14,1	+ 15,0	+ 16,0	+ 15,5	+ 15,9	+ 15,7	+ 13,9
	100	+ 7,6	+ 8,0	+ 8,4	+ 9,5	+ 8,0	+ 7,0	+ 6,5	+ 4,8
	90	— 0,8	— 0,2	— 1,0	— 1,0	— 3,0	— 3,9	— 5,0	— 6,2
	80	— 4,6	— 5,7	— 6,9	— 8,6	— 11,1	— 12,7	— 14,3	— 15,4
	70	— 10,7	— 12,1	— 14,7	— 16,4	— 20,3	— 21,7	— 24,7	— 26,5
	60	— 17,0	— 19,7	— 22,5	— 24,5	— 30,4	— 33,1	— 35,6	— 38,3
	50	— 25,7	— 27,1	— 30,1	— 33,1	— 40,0	— 44,0	— 47,0	— 50,3
	45	— 25,2	— 27,0	— 30,4	— 33,8	— 40,0	— 44,2	— 46,5	— 50,3
	40	— 24,8	— 26,3	— 29,2	— 32,5	— 38,1	— 41,8	— 43,6	— 45,9
	30	— 21,5	— 22,6	— 25,3	— 27,7	— 32,1	— 34,7	— 35,2	— 36,2
	20	— 17,5	— 18,8	— 20,2	— 22,8	— 25,4	— 25,6	— 26,4	— 25,4
	10	— 12,7	— 13,6	— 14,0	— 15,7	— 17,4	— 16,9	— 16,3	— 14,3

T en secondes.	Positions (+150, 200, 100, −50)	T 0,25	0,5	1	2	5	10	20
		α	α	α	α	α	α	α
60,6 α pour 77,9 volts.	200	— 8,4	— 9,2	— 9,3	— 9,5	— 8,4	— 7,5	— 6,1
Volume 5,1 cm.³ = S.c.	190	0,0	0,0	+ 0,8	+ 1,5	+ 3,0	+ 3,8	+ 5,2
e. = 3,5 mm.	180	+ 3,6	+ 4,7	+ 6,7	+ 7,9	+ 10,3	+ 11,9	+ 13,2
S. = 17,4 cm.².	170	+ 10,0	+ 10,8	+ 12,9	+ 14,9	+ 18,2	+ 21,2	+ 22,5
V maximum = 73,8 volts.	160	+ 15,4	+ 17,3	+ 19,8	+ 22,6	+ 26,4	+ 30,2	+ 33,7
	150	+ 21,1	+ 24,0	+ 26,8	+ 30,5	+ 36,3	+ 40,0	+ 44,0
	140	+ 20,8	+ 24,2	+ 26,0	+ 29,8	+ 34,1	+ 37,8	+ 40,7
	130	+ 18,7	+ 20,7	+ 22,9	+ 25,7	+ 28,0	+ 31,8	+ 33,3
	120	+ 15,1	+ 17,4	+ 19,0	+ 20,5	+ 22,2	+ 24,3	+ 24,8
	110	+ 11,2	+ 12,5	+ 13,4	+ 14,4	+ 15,7	+ 16,3	+ 15,8
	100	+ 7,2	+ 7,3	+ 8,0	+ 8,5	+ 8,1	+ 7,8	+ 6,7
	90	— 0,1	— 0,6	— 1,3	— 1,6	— 2,2	— 3,5	— 4,3
	80	— 4,8	— 5,9	— 7,3	— 8,3	— 10,3	— 11,2	— 12,9
	70	— 10,8	— 12,9	— 14,8	— 16,2	— 18,7	— 20,6	— 23,2
	60	— 17,3	— 20,0	— 23,4	— 25,7	— 28,9	— 32,5	— 34,5
	50	— 24,4	— 27,2	— 30,8	— 35,4	— 40,4	— 43,9	— 46,5
	40	— 24,4	— 27,3	— 30,0	— 34,1	— 38,4	— 41,9	— 44,0
	30	— 22,4	— 24,4	— 26,9	— 29,8	— 32,9	— 35,0	— 36,5
	20	— 18,3	— 20,5	— 22,1	— 24,2	— 25,5	— 27,2	— 27,2
	10	— 13,9	— 15,0	— 16,1	— 17,0	— 16,8	— 17,5	— 17,0
	14÷	7 + 21,7	5 + 24,4	5 + 26,6	6 + 30,6	7 + 35,8	8 + 38,1	8 + 42,7
	4÷	7 — 25,4	5 — 28,3	5 — 31,8	6 — 35,0	7 — 39,9	8 — 43,9	8 — 46,9
	200′	— 8,4	— 9,7	— 9,7	— 9,5	— 8,2	—	— 6,9
	100′	—	—	—	+ 8,5	—	—	—

TABLEAU D. **Condensateurs : 9,4 %. noir de fumée brut dans la paraffine.**

Aires et énergies totales.

	Durées T sec.	0,25	0,5	1	2	3	5	10	20	50
Volts 73,8.	I Aires cm²	105,2	111,5	110,6	118,2	—	114,7	115,5	105,2	—
	Energies joules	10625.10−10	11262.10−10	11171.10−10	11938.10−10	—	11585.10−10	11666.10−10	10625.10−10	—
Volts 36.	II Aires cm²	104,9	107,6	109,2	119,2	—	112,7	108,9	96,2	82,1
	Energies joules	5235.10−10	5369,10−10	5449.10−10	5949.10−10	--	5624.10−10	5434.10−10	4800.10−10	4097.10−10
Volts 19.	III Aires cm²	51,9	55,1	59,0	61,2	63,6	59,3	53,8	50,5	40,7
	Energies joules	2264.10−10	2405.10−10	2583.10−10	2671.10−10	2775,10−10	2589.10−10	2347.10−10	2202.10−10	1777.10−10

Energie perdue par cm³ et par période. $W = f(T)$

Durées T	0,25	0.5	1	2	3	5	10	20	50
III 19 volts	114.10−10	121.10−10	130.10−10	134.10−10	139.10−10	130.10−10	118.10−10	111.10−10	89.10−10
II 36 volts	526.10−10	540.10−10	548.10−10	598.10−10	—	565.10−10	546.10−10	483.10−10	412.10−10
I 73,8 volts	2083.10−10	2208.10−10	2190.10−10	2341.10−10	—	2272.10−10	2287.10−10	2083.10−10	—

PAUL-L. MERGANTON

TABLEAU N° 1.

Diélectriques. T = 1 sec.	Tensions Max. moyens	200	175	150	125	100	75	50	25	$\frac{\alpha^0}{\alpha \text{ max.}}$
Huile de vaseline pure.	71,5	+ 0,5	−15,1	+27,6	−14,7	+ 0,0	+15,0	+30,7	+16,2	0
Huile de vaseline et 5,9 % n. def.	71,5	+ 3,7	−25,9	−53,8	−32,2	− 4,1	+26,5	+54,8	+32,3	0,07
Huile de vaseline et goudron.	67,5	− 1,8	—	+34,8	—	+ 2,1	—	−33,5	..	0,03
Soufre (canon) 1 % et paraffine.	87	0,0	—	+35,6	—	0,0	—	—	—	0
Soufre (canon) 2 % et paraffine.	87	0,0	—	+36,0	—	0,0	—	—	—	0
Soufre (canon) 3 % et paraffine.	87,5	0,0	—	+36,4	—	0,0	—	—	—	0
Fleur de soufre 3 % et paraffine.	88	0,0	—	+32,9	—	0,0	—	—	—	0
Noir de fumée 1 % et paraffine.	67,5	− 0,7	170 +26,5	+42,9	130 +27,3	+ 0,5	70 −27,0	−44,2	30 −27,5	0,013
Noir de fumée 2,5 % et paraffine	66,5	− 3,7	—	—	—	—	—	−50,3	—	0,073
Noir de fumée 5 % et paraffine.	66,5	−10,6	—	—	—	-		−41,0	—	0,26
Sciure de bois et paraffine.	66,5	+ 0,1	—	+26,7		—		—	—	0
Composition de Cortaillod.	68,5	+ 0,6	—	+49,2			-	...		0
C. Cortaillod + paraf. et coloph.	66,5	+0,5	—	+57,8	—	—	-	—	-	0

TABLEAU N° II.

Diélectriques T = 1 sec.	Tensions Max. moyennes	200	175	150	125	100	75	50	25
Paraffine pure.	72,5	— 0,0	— 14,0	— 28,0	— 14,5	+ 0,0	+ 15,0	+ 30,0	+ 15,0
Paraffine-aluminium 4,7 %.	63,0	— 0,0	— 18,5	— 36,8	— 19,2	+ 0,0	+ 19,9	+ 38,8	+ 19,8
Paraffine-charbon d'arc 4,4 %.	71,5	— 0,0	— 18,3	— 34,4	— 18,1	+ 0,0	+ 19,3	+ 37,1	+ 18,0
Mica I.	8,0	+ 0,0	+ 20,6	+ 39,3	+ 21,3	— 0,0	— 21,8	— 43,0	— 21,3
Mica II.	53,0	+ 0,0	+ 24,0	+ 46,1	+ 24,5	— 0,0	— 26,4	— 51,4	— 25,0
Paraffine-colophane 50 %.	71,5	+ 0,0	+ 21,8	+ 42,4	+ 21,8	— 0,0	— 23,3	— 45,5	— 22,8
Verre à vitre.	65,5	— 1,2	—	+ 32,7	—	—	—	— 31,9	—

TABLEAU N° III.

Glace d'eau.

Tension max. 8 volts.	Épaisseurs et volumes mm. cm³		Température	200	175	150	125	100	75	50	25	Aires cm²	Énergies par cm³.
	11	35,3	I	— 4,0	— 17,3	— 1,7	+ 18,3	+ 21,6	+ 16,3	— 6,6	— 23,1	— 27,2	57,9	60.10−10
	10	31,2	II	4,6	— 13,5	+ 3,8	+ 13,0	+ 15,0	+ 10,0	— 0,5	— 14,5	— 19,8	47,0	55,10−10
	5	5,8	III	— 8,5	— 6,3	+ 7,3	+ 22,3	+ 23,3	+ 12,5	+ 0,0	— 16	— 14,5	37,0	233,10−10

TABLEAU N° IV.

9,4 % noir de fumée brut dans la paraffine. 36,3 α pour 19,8 volts. Vol. Sc. = 41,4.0,35 cm.³.	Positions +150 200 S. 100 −50	Condensateur N° 1 I		Condensateur N° 1 II	
		Tensions	α	Tensions	α
T = 1 sec.	200	— 1,4	−26,1	— 0,7	−10,2
Vol. = 14,5 cm.².	170	+42,3	+33,7	+20,2	+19,4
Aire du cycle I. 173.0 cm.².	150	+68,5	+68,1	+33,9	+37,9
Aire du cycle II. 34.5 cm.².	140	+58,2	+68,8	+28,2	+36,3
Energie totale I. 29751.10−10 joule.	130	+43,3	+65,1	+20,7	+32,5
	120	+30,0	+57,0	+13,6	+26,3
Energie par cm.³ 2052.10−10 joule.	100	+ 2,0	+27,0	+ 1,1	+11,1
	70	−39,3	−29,9	−18,9	−17,3
Energie totale II 5948.10−10 joule.	50	−67,5	−64,0	−34,0	−37,1
	40	−58,2	−66,6	−28,9	−38,0
Energie par cm.³ 410.10−10 joule.	30	−45,0	−63,4	−22,0	−33,0
	20	−30,5	−55,0	−14,1	−26,5

TABLEAU N° IV'.

9,4 % noir de fumée brut dans la paraffine. 45,9 α pour 20.0 volts.	Positions +150 200 S. 100 −50	Condensateur n° 1'	
		Tensions	α
Vol. 19.4 cm.³ = S.c.	200	— 0,0	— 3,9
S = 5628 mm.²	170	+ 10,1	+ 12,8
e = 3,5 mm.	150	+ 17,0	+ 24,1
T = 1 sec.	140	+ 13,7	+ 23,0
Aire du cycle : 7,7 cm.².	130	+ 10,1	+ 19,0
	120	+ 7,0	+ 14,7
Energie totale : 1502.10−10 joule.	100	+ 0,3	+ 6,1
	70	— 10,0	— 10,4
Energie par cm.³ : 77,5.10−10 joule.	50	— 16,3	— 21,9
	40	— 13,3	— 21,0
	30	— 10,0	— 18,0
	20	— 6,9	— 13,8

AU N° V.

% noir de fumée brut dans la paraffine. ,1 α pour 39,3 volts.)l. S.c. = 9.3 cm.³.	Positions +150 200 6. 100 —50	Condensateur N° 2 I		Condensateur N° 2 II	
		Tensions	α	Tensions	α
T = 20 sec.	200	— 1,0	— 9,0	— 1,0	— 4,3
Aires du cycle :	170	+42,3	+39,0	+20,9	+18,4
74,5 cm².	150	+69,4	+68,8	+33,8	+33,5
14,2 cm.².	140	+58,1	+65,2	+28,1	+30,8
Energie totale :	130	+43,5	+55,0	+21,6	+24,7
12834.10—10 joule.	120	+29,3	+41,5	+14,6	+18,6
2471.10—10 joule.	100	+ 1,8	+10,7	+ 1,3	+ 4,4
Energie par cm.³ :	70	—38,9	—35,5	—19,7	—16,3
1380.10—10 joule.	50	—68,2	—69,1	—32,9	—32,5
266.10—10 joule.	40	—57,7	—65,5	—28,4	—29,6
	30	—43,3	—56,0	—21,2	—24,1
	20	—30,1	—42,0	—13,9	—17,6

AU N° VI.

10 % noir de fumée lavé dans la paraffine. 51,3 α pour 41,0 volts.	Positions +150 200 6. 100 —50		
		Tensions	α
Vol. = 24,4 cm.³ = S.c.	200	— 0,7	— 3,4
S = 6090 mm.².	170	+ 20,2	+ 22,7
c = 4 mm.	150	+ 33,9	+ 40,3
T = 1 sec.	140	+ 28,2	+ 35,0
Aire du cycle :	130	+ 27,0	+ 28,5
45,2 cm.².	120	+ 13,6	+ 20,6
Energie totale :	100	+ 1,1	+ 4,5
2066.10—10 joule.	70	— 18,9	— 21,5
Energie par cm.³ :	50	— 34,0	— 40,3
84,3.10—10 joule.	40	— 28,9	— 35,8
	30	— 22,0	— 28,7
	20	— 14,1	— 20,4

OUVRAGES CONSULTÉS

1. W. Siemens. *Monatsbericht Berliner Akad.*, oct. 1861.
2. Naccari et Bellati. *Atti di Torino*, t. XVII, 1882, et *Journal de Phys.*, 2e série, t. I, 1882.
3. J. Borgmann. *Journal russe de la Soc. phys. et chim.*, t. XVIII, 1886; *Journal de Phys.*, 2e série, t. VII, 1888.
4. Steinmetz. *Electrotechn. Zeitschrift*, avril 1892; *Elect. Engineer*, New-York, 1892; *Lumière électrique*, t. XLIV, avril 1892.
5. Kleiner. *Ueber die durch electrische Polarisation in Isolatoren erzeugte Wärme.* « Vierteljahrschrift d. natf. Gesellschaft », Zürich, XXXVII, 1893.
6. Duggelin. *Vierteljahrschrift*, Zürich, XXXIX, 1895.
7. J. Curie. *Ann. chim. et phys.*, 1889.
8. H. Hertz. *Journal de phys.*, 2e série, t. III, 1884.
9. H. Fritz. *Ueber Wärmetönung bei electrischer Polarisation des Glases.* Thèse. Zürich, 1893.
10. G. Benischke. *Elekt. Zeitschrift*, 1895; *Eclairage élect.*, novembre 1900.
11. L. Houllevigue. Sur le résidu électrique des condensateurs. *Ann. Univ. Lyon*, XXXII, 1897.
12. Rosa et Schmid. *Phil. Mag.*, 47, 1899; *Phys. Review*, 8, 1899; *Zeitschrift f. Instrumentenkunde*, avril 1900.
13. R. Arno. *Rendic. Acc. dei Lincei*, oct. 1892, avril, nov. 1893, mars, juin, nov. 1894.
14. Threlfall. *Phys. Review*, juillet 1897; *Journal de Phys.* 3me série.
15. J.-C. Maxwell. *Traité d'électricité et de magnétisme.*
16. W. Schaufelberger. *Ueber Hysteresis in dielectrischen Medien.* Thèse. Zurich 1897; *Wied. Ann.*, t. LXV, 1898; *Journal de Phys.*, 3e série, VII.
17. Ch. Borel. *Arch. Genève*, t. XXX. Thèse. 1893.
18. P. Janet. *Journal de Phys.*, 3e série, t. II, 1893.
19. Warburg. *Sur l'hystérésis magnétique.* Ier Congrès international de physique, 1900. Rapports présentés.
20. Porter et Morris. *Proc. Roy. Soc.*, t. LVII, 1895; *Journal de Phys.*, 3e série, t. V, 1896.
21. Eisler. *Electr. Zeitschrift*, juin 1895; *Ecl. élect.*, t. IV, août 1895.
22. F. Beaulard. *Ann. Univ. Grenoble*, t. XIII, 1900; *Journal de Phys.*, 3e série, t. IX, 1900.

HANAUER. *Wied. Ann.*, LXV, nº 8, 1898.

MATHER. *Revue de l'électricité*, nº 4, 1901.

E. BOUTY. *Journal de Phys.*, 2e série, IX, 1890; 3e série, I, 1892.

DIETERICI. *Journal de Phys.*, 2e série, V, 1886.

DUBOIS-REYMOND. *Monatsb. Berliner Akad.*, 1856 et 1859.

Ch.-Ed. GUILLAUME. *Ueber die electrolytischen Condensatoren*. Zurich. Thèse.

HESS. *Journal de Phys.*, 3e série, II, 1895; *Ecl. électr.*, III, 1895.

MASCART. *Leçons sur l'électricité et le magnétisme*, 2e édition, vol. I.

H. PELLAT. *Ann. chim. et phys.*, 7e série, t. XVIII, 1899.

FELICI. *Journal de Phys.*, 1re série, II et III, 1873 et 1874.

KLEINER. *Arch. Genève*, 1900. 82e session de la Soc. helvétique des Sciences nat., Thusis.

PELLAT et BEAULARD. De l'énergie absorbée par un condensateur soumis à une différence de potentiel périodique. *C. R. Acad. Sciences*, 1900.

BOCCARA et PANDOLFI, *Journal de Phys.*, 3e série, IX, 1900.

MURAOKA, *Wied. Ann.*, 1890.

F. BEDELL, N.-F. BALLANTYNE et R.-B. WILLIAMSON, *Alternate Current and Dielectric Hysterésis. Phys. Review*, sept., oct. 1893, vol. 1, nº 2.

ÉTUDE COMPARATIVE

DE LA

tribution florale dans une portion des Alpes et du Jura

PAR LE

Dr **Paul JACCARD,** professeur.

)ans une série de mémoires concernant la distribution la flore alpine, j'ai établi : 1° l'influence respective de position, de la déclivité et de la nature géologique du s-sol sur la composition du tapis végétal d'un territoire erminé[1].

° J'ai montré, par une statistique minutieuse[1], que la iposition florale d'un même type de station, comme la *irie alpine* par exemple, est extrêmement variable d'une ılité à l'autre. Ces variations n'intéressent pas seulement espèces plus ou moins rares qui s'y trouvent, mais en- e et surtout la plupart des espèces considérées généra- ent comme ubiquistes ou cosmopolites. En réalité, la tribution de ces espèces est assez sporadique pour que x prairies alpines comparables, de quelques centaines mètres carrés de superficie et distantes de quelques mètres (5-6), ne possèdent plus en commun que le tiers leurs espèces[2].

l était naturel de considérer cette diversité de composi-

Etude sur la florule du vallon de Barberine (en collaboration avec mann). « Bull. soc. vaud. sc. nat. », vol. XXXII. — *Etude géobotanique de ore du haut bassin de la Sallanche et du Trient,* « Revue générale de bo- que, Paris », tome X, page 33-72.

Contribution au problème de l'immigration post-glaciaire de la flore ne, « Bull. soc. vaud. sc. nat. », vol. XXXVI, pages 81-130, et vol. XVII : *Distribution de la flore alpine dans le bassin des Dranses (Valais).*

tion florale comme la conséquence de la diversité considérable des conditions biologiques des vallées alpines, où la constitution géologique, le degré d'humidité, l'importance des névés ou des glaciers qui les alimentent, l'orientation générale, etc., présentent la plus grande variété.

Dans un territoire plus uniforme au point de vue biologique, il me paraissait probable qu'une pareille diversité ne se présenterait pas. C'est afin de me renseigner d'une façon positive sur ce point que j'entrepris cet été, avec la collaboration de mon ami M. le Dr Samuel Aubert, l'étude de la distribution de la flore culminale d'une portion du Jura.

A part quelques types alpins et méditerranéens dispersés de place en place, la flore des sommets du Jura est, pour le botaniste herborisant, d'une désespérante uniformité. Comment en serait-il autrement? Partout ce sont les mêmes croupes gazonnées situées à la même altitude, les mêmes escarpements de calcaire blanc, la même sécheresse accentuée par les mêmes vents.

Nous allons voir pourtant que cette uniformité biologique et florale, incontestable lorsqu'on envisage la chaîne entière du Jura méridional, s'affaiblit considérablement lorsqu'on compare entre elles des localités restreintes. En réalité, *la diversité de composition florale que nous avons signalée dans les prairies des Alpes se retrouve à un degré à peine plus faible dans les prairies du haut Jura.*

La région explorée en compagnie de M. Aubert s'étend du Reculet au Suchet. Nos relevés floristiques concernent la prairie-pâturage située au-dessus de 1500 m. environ. L'expression de *flore culminale*, que nous avons employée[1] pour désigner la végétation de cette zone supérieure, me paraît plus heureuse que celle de flore alpine, employée

[1] Une note résumée intitulée *Distribution de la flore culminale dans le Jura méridional*, par Paul Jaccard et Samuel Aubert, figure dans « Berichte d. schw. bot. Gesellschaft. 1901 ».

habituellement par les botanistes jurassiens, car, malgré leur apparente ressemblance avec les pelouses alpines [1], ces prairies du haut Jura se composent essentiellement d'espèces subalpines et sylvatiques ; les espèces franchement alpines y sont en minorité.

Nous avons choisi autant que possible, pour nos relevés floristiques, des localités comparables quant à la déclivité, à l'altitude, à l'exposition et au sous-sol. Nos listes, en tous cas, ont été établies dans des conditions identiques et, si nous avons fait quelques omissions, elles sont peu nombreuses et ne sauraient modifier les résultats généraux qui se dégagent de nos recherches.

Les listes que nous donnons concernent la flore du milieu de juillet, date de nos herborisations ; les espèces très printanières ou très tardives n'y figurent pas, mais elles ne peuvent être qu'en très petit nombre.

Au point de vue géologique, la zone culminale du Jura méridional est entièrement formée de calcaires du jurassique supérieur : Kimméridjen et Séquanien, avec quelques affleurements d'Argovien. Toutes les localités mentionnées dans ce travail sont sur Séquanien, sauf la prairie *a* du Grand-Colombier et les deux prairies *b* et *c* du fond du vallon d'Ardran (Reculet), qui reposent sur un affleurement d'Argovien [2].

Tous les sommets compris entre 1671 et 1723 m. ont, à 50 m. près, une altitude presque égale. Ils sont tous situés sur la lisière méridionale du Jura et présentent, vis-à-vis des conditions topographiques environnantes, la

[1] Dans un article fort intéressant de la « Revue des eaux et forêts », intitulé *Les limites supérieures de la végétation forestière et les prairies pseudo-alpines en France*, M. Ch. Flahault désigne, sous le nom très suggestif de prairies *pseudo-alpines*, les associations végétales de certains sommets dénudés, tels que l'Aigoual et le Ventoux, qui, malgré leur ressemblance avec les pelouses alpines, sont néanmoins constituées par une proportion prédominante d'espèces subalpines.

[2] Voir carte géologique de la Suisse au 1/100 000, feuille XVI, 2e édit. 1899.

plus grande analogie, spécialement en ce qui concerne la direction, l'intensité et la fréquence des vents.

Voici le plan suivi dans ce travail :

I. Tableau comparatif de la distribution des espèces relevées sur douze localités appartenant à la *prairie-pâturage*.

Ces localités se répartissent en six sommets et six pentes et sont représentées dans le tableau général par les lettres *a-o*.

Pentes.

Lettre *a* =	Pente à exposit.	Est	sous le Grand Colombier entre 1480 et 1580 m. environ.
» *b* =	»	»	S.-O.	sous le Reculet (fond du val d'Ardran) de 1480-1580 m. env.
» *c* =	»	»	S.-E.	sous le Reculet (fond du val d'Ardran) de 1500-1600 m. env.
» *d* =	»	»	E.	sous le Reculet, 1500-1600 m. env.
» *e* =	»	»	N.-E.	» Montoisey, 1530-1600 m. environ.
» *o* =	»	»	Est	sous la Dôle, entre 1480-1580 m. environ.

Sommets.

Lettre *f* = Sommet du Grand Colombier, de 1650 à 1690 m.
» *g* = Second sommet du Grand Colombier, de 1650-1680 m.
» *h* = Sommet du Reculet, de 1650-1720 m.
» *i* = Sommet du Montoisey, de 1650-1670 m.
» *l* = Les deux sommets du Mont-Tendre, de 1600-1680 m.
» *m* = Sommet de la Dôle, de 1600-1680 m.

II. Liste des espèces relevées dans trois localités sur éboulis et crevasse rocheuse.

. Désigne les espèces constituant la florule d'une crevasse rocheuse longue d'une trentaine de mètres, large de 3-4 m. et profonde de 2-4 m., située vers 1580 m. sur le flanc septentrional du Montoisey et constituant une station fraîche au milieu du pâturage.

o Désigne les espèces constituant la florule d'éboulis frais situés sur le versant septentrional du Montoisey, à 1550 m. environ.

— Désigne les espèces constituant la florule d'éboulis secs situés sur le versant oriental du Reculet, vers 1500 m. environ.

III. Désignation des espèces des douze localités du Jura méridional qui se trouvent également sur les prairies alpines F, L, B, K.

F signifie prairie de la Peulaz, au fond du val Ferret.
L — — la Combe de La; val d'Entremont.
B — — Barberine, versant occidental du col d'Emaney.
K — — Küh-Dungel, versant septentrional du Wildhorn.

IV. Liste des espèces d'un sommet du Jura central : le Suchet, de 1500-1600 m., désignées par S, et d'un sommet des Cévennes, l'Aigoual, désignées par A.

V. Enumération des espèces de la flore culminale du Jura qui possèdent une distribution restreinte ou qui n'apparaissent qu'accidentellement dans la zone supérieure.

VI. Discussion des données statistiques et comparatives.

VII. Répartition des éléments jurassiques en trois groupes, suivant leur fréquence.

Comparaison de leur degré de fréquence entre les prairies des Alpes et celles du Jura.

VIII. Proportion des genres et coefficient générique.

IX. Résumé et conclusions.

I-IV

Tableau de la distribution des espèces de la flore culminale du Jura méridional.

A. *Espèces fréquentes* (notées sur plus de 5 localités).

(*Signes employés* en suivant de gauche à droite.)

F L B K. Prairies alpines du territoire Trient-Dranse-Wildhorn (*T-W-D*). F = val Ferret. L = Combe de La. B = Barberine. K = Kuh-Dungel.

✕ Espèces qui dans T-W-D se rencontrent sur 5-8 localités (espèces fréquentes).

✕ Espèces qui dans T-W-D se rencontrent sur 8-10 localités (espèces très fréquentes).

/ Espèces qui dans T-W-D se rencontrent sur 2-4 localités (espèces de moyenne fréquence).

Espèces qui dans T-W-D se rencontrent sur 1 localité (espèces rares).

✕! Espèces qui dans le Jura méridional se rencontrent sur 11-12 localités (espèces très fréquentes).

Pas d'indic. Espèces qui dans T-W-D ne se rencontrent pas dans la zone alpine.

a b c d e f g h i l m o désignent les 12 localités du Jura mérid. explorées entre le Reculet et le Mont Tendre. (Voir page 550.)

Seconde colonne à droite : . o — désignent 3 stations crevasse et éboulis.

Troisième colonne à droite : *s* désigne les espèces du sommet du Suchet (Jura central.

A désigne les espèces du sommet de l'Aigoual (Cévennes).

| | | |

| | | |

| | | |

| | | |

		./	Polygonum bistorta						*f*	*g*	*i*	*l*					*s*	
	L	×	Potentilla salisburg.	*a*					*f*			*l*					*s*	
		/	» Tormentilla						*f*	*g*		*l*	*m*	*o*			*s*	A
			Poa nemoralis										*m*					
			Ranunculus acris										*m*		.		*s*	
		.	Rhinanthus hirsutus	*a*	*b*								*m*	*o*				A
F	L	B	K × Rhododend. ferrugin.	*a*		*c*		*e*			*i*			*o*			*s*	
			Rumex acetosa									*l*			.	o	—	
		×	Salix retusa					*e*	*f*	*g*		*l*	*m*					
		K /	» grandiflora	*a*									*m*	*o*	.		*s*	
			Sedum album									*l*			.	o	—	
		/	» atratum				*d*		*f*			*l*			.			
			» reflexum							*g*						o		
		/	Sempervir. tectorum		*b*	*c*			*f*	*g*			*m*					
		×	Senecio Doronicum		*b*	*c*		*e*					*m*			o		
		/	Solidago Virga aurea		*b*							*l*	*m*	*o*	.	o		A
		/	Taraxacum officinale		*b*		*d*		*f*				*m*		.			A
F		B	K × Tofieldia calyculata	*a*		*c*							*m*					
		/	Trifolium repens									*l*	*m*				*s*	
		/	Vaccinium Vitis Idea						*f*	*g*		*l*	*m*	*o*			*s*	
		/	Valeriana officinalis var. angustifol.		*b*	*c*					*h*					o	—	
			Veronica urticaefolia			*c*						*l*	*m*	*o*	.			
		/	» aphylla				*d*		*f*		*h*	*l*						
		/	» chamaedrys		*b*	*c*	*d*		*f*						.	o		
			» Teucrium	*a*	*b*		*d*											
		/	» officinalis									*l*			.			
			Vicia sepium		*b*		*d*									o		
		×	Viola calcarata						*f*	*g*	*i*						—	

C. *Espèces rares.* (1° 64 espèces notées sur une seule[1] des 12 prairies de *a* — o ; 2° espèces des trois stations . o — crevasse et éboulis ; 3° espèces en italique notées sur le sommet du Suchet manquant aux localités *a* — o).

	K	/	Adenostyles alpina	*a*														
			Adoxa moschatellina													.		
			Abies pectinata (10-15 cm.)	*a*														
		.	Agrostis vulg. β pum.										*m*	*o*			*s*	A
			Ajuga genevensis	*a*														
		.	Amelanchier vulgaris	*a*														
			Aquilegia vulgaris									*l*						

[1] Les localités *m* et *o*, toutes deux sur la Dôle, sont comptées dans cette répartition comme une seule.

	Alsine liniflora				*m*			
	Androsace villosa				*m*			
/	Arctostaphylos alpina				*l*	*m*		
/	Arenaria ciliata			*g*				
	» *grandiflora*							*s*
	Asplen. Ruta muraria						.	
.	» Trichomanes						.	
	» Filix mas						.	
	Athyrium Filix foemina						.	
	Bupleur. falcatum	*a*						
.	» ranunculoïd				*m*			*s*
	Carex ornithopoda						.	
	» verna				*m*			
	Carum carvi				*m*			*s*
	Corydalis solida						o	
	Cerastium triviale	*b*						
×	Crepis aurea				*l*			
	» succisæfolia				*m*			*s*
.	» montana				*m*			
.	» blattarioïdes				*m*	*o*		
.	*Cystopteris montana*							*s*
	Cirsium Erisithales							
	Dentaria pinnata						.	
	Dianthus caesius			*h*				*s*
	» superbus				*l*			
	Digitalis grandiflora	*b*						
	Epilobium montanum						.	
.	» trigonum							—
	Epipactis atro-rubens	*a*						
	» *nemorosa*							*s*
/	Euphrasia minima				*l*			
	» *salisburg.*							*s*
	Fagus sylvatica	*a*						
	Gagea lutea						o	
	Galeobdolon luteum						.	
	Galium Cruciata	*a*						
	Genista tinctoria	*a*						
.	Gentiana nivalis				*l*			
	» cruciata	*a*						
	Geranium Robertian.						.	
×	Gypsophyla repens	*a*						
	Heracleum sphondil.						.	
	Hieracium vulgatum						.	
.	» elongatum	*a*						

| | | |

	Teucrium montanum			*m*
/	Urtica dioïca			.
×	Vaccinium uliginosum	*e*		
/	Veronica alpina		*h*	
/	Veronica fruticulosa			. o
	Vicia craca	*a*		

L'examen du tableau précédent nous permet d'établir les mparaisons suivantes entre les localités *a-o*.

Localités.	Espèces fréquentes.	Espèces moins fréquentes.	Espèces rares.		Total.
a	59	30	17	=	106
b	55	28	10	=	93
c	54	23	1	=	78
d	50	15	—	=	65
e	50	5	1	=	56
o	57	28	3	=	88
f	70	39	1	=	110
g	57	23	1	=	81
h	64	24	2	=	90
i	45	11	—	=	56
l	65	39	11	=	115
m	72	37	21	=	150

Localités.	Espèces fréquentes..	Espèces moins fréquentes.	Espèces rares.	Total.
Crevasse .	46	26	22	93
Eboulis sec o	24	16	5	45
Eboulis frais —	28	8	3	39

Localités.	Espèces fréquentes.	Espèces moins fréquentes.	Total.		
a b	47	11	58	=	41 %
b c	38	11	49	=	41 %
c d	37	4	41	=	41 %
d e	33	1	34	=	40 %
a o	43	10	53	=	39—40 %
c o	41	5	46	=	40 %
	Moyenne approximative			=	40 % ou 4/10

3°

Comparaisons des sommets.

f g	56	17	73	=	62 % !
f h	56	10	66	=	50 % env. !
f l	58	15	73	=	49—50 % env.
g i	35	5	40	=	41—42 %
h l	48	9	57	=	40 % env.
l m	60	29	89	=	50 % !
	Moyenne approximative			=	50 % soit 5/10

4°

Sommets et pentes.

RD	Espèces com. au Reculet et à la Dôle	105	=	55 %
l s	Espèces com. au Suchet et au Mont-Tendre,	80	=	58 %
a f	52 fréq. 9 m. fréq.	61	=	40 %
a h	45 » 7 » »	52	=	36 %

5°

	Localités.	Espèces fréquentes	Espèces moins fréq.	Total.		%
o .	Crevasse et éboulis sec .	17	7	24	=	20 %
—.	» » frais .	21	6	27	=	25 %
o—	Eboulis sec et éboul. frais.	12	4	16	=	23-24 %
a .	Pente Colombier et crev^se^.	36	5	41	=	22-23 %
c .	» Reculet et crevasse.	33	7	40	=	30 %
b .	» » »	34	8	42	=	30 %
h .	» » »	38	6	44	=	30 %

6°

Comparaison de la pente *a*. (Colombier) 106 esp. avec les prairies alpines Küh-Dungel K = 112 esp. Barberine B = 114 esp. Combe de La L = 99 esp. et Ferret (La Peulaz) F = 107 esp.

Localités.	Espèces fréquentes.	Espèces moins fréq.	Espèces rares.	Total.	%
a K	41	6	3	50	30 %
a B	30	9	1	40	22 %
a L	22	3	2	27	15 %
a F	36	3	2	41	24 %

7° Esp. communes aux sommets de la Dôle et de l'Aigoual.	19	13	3	35=15 %

V

Les comparaisons que nous venons d'établir ne concernent que quelques localités du Jura méridional. Afin de donner une idée plus complète des éléments qui constituent la flore culminale du Jura tout entier, nous mentionnons ci-après les espèces à distribution restreinte.

Espèces de la flore culminale du Jura à distribution restreinte.

1. *Manquent au Jura septentrional :*

Anemone alpina, Ranunculus montanus, type et var. gracilis ; Trollius europaeus, Erysimum ochroleucum, Thlaspi alpestre, Bupleurum ranunculoïdes.

2. *Manquent au Jura méridional :*

Gentiana excisa (d'après Godet), Aubert ne la cite pas pour la Dôle et le Mont-Tendre ; Androsace lactea.

3. *Localisées dans le Jura méridional :*

Aconitum Anthora, Arabis serpyllifolia, Hutschinsia alpina, Alsine liniflora, Arenaria grandiflora, Oxytropis montana, Crepis montana, Campanula Scheuzeri, Plantago alpina, Festuca Scheuzeri, Orobus luteus, Epilobium alpinum.

4. *Limitées au Jura central :*

Ranunculus alpestris, Arabis arenosa, Meum athamanticum, Poa flexuosa (Hasenmatt), Phleum Micheli (Dôle à Chasseral.

5. *Ne sont représentées que par quelques stations isolées :*

a) *Dans le Jura septentrional :*

Silene rupestris (Paswang).

b) *Dans le Jura central :*

Rhododendron hirsutum (Chasseral), Pedicularis foliosa (Chasseral, Reculet), Gnaphalium norvegicum Gūnn. (Chasseron, Grand-Colombier), Cephalaria alpina? (Aiguilles-de-Baulmes), Hieracium aurantiacum (Chasseron, Reculet), Poa cæsia (Creux-du-Van), Lycopodium alpinum (Chasseron).

c) *Dans le Jura méridional :*

Viola arenaria (Grand-Colombier), Rhamnus pumila (Mont-d'Or), Anthyllis montana (Dôle Reculet, Creux-du-Van), Potentilla minima (Creux du Crêt-de-la-Neige), Sibbaldia procumbens (Mont-Tendre, Reculet), Saxifraga aïzoïdes (Colombier, Reculet), Eryngium alpinum (Colombier, Reculet), Ligusticum ferrulaceum (Reculet), Heracleum montanum (Dôle, Reculet), Cephalaria alpina (Dôle, Reculet; la station des Aiguilles-de-Baulmes ne serait-elle pas un essai d'acclimatation?), Gnaphalium norvegicum Gūnn. (chaîne du Reculet, Chasseron), Leontopodium alpinum (sommet de la Dôle), Crepis aurea (Mont-Tendre, Dôle), Hieracium aurantiacum (Reculet, Chasseron; n'y aurait-il pas été introduit?), Arctostaphylos alpina (Crêt du Creux-de-la-Neige. Dôle), Pedicularis foliosa (Reculet, Chasseral), Androsace villosa (Dôle), Salix reticulata, Allium Victorialis (Dôle. Reculet), Agrostis vulgaris et alpina (Dôle), Poa hybrida (Dôle, Mont-Tendre), Aspidium rigidum (Reculet, Crêt du Creux-de-la-Neige), Cystopteris alpina (Dôle, Reculet).

6. Enfin nous complétons la liste des espèces de la flore culminale du Jura méridional en indiquant ci-dessous, d'après S. Aubert, *Flore de la Vallée de Joux*, un certain nombre d'espèces de la zone sylvatique qui s'élèvent par-ci par-là à 1600 m. et au-dessus entre le Mont-Tendre, le Noirmont et la Dôle dans la zone des pâturages supérieurs, ainsi que quelques espèces saxicoles ou humicoles de la zone supérieure comprise entre le Mont-Tendre et le Reculet, et qui ne figurent pas dans les listes précédentes. H = humus et stations fraîches ; E = éboulis ; R = ro-

chers. Lorsqu'il n'y a pas d'indication de station, il s'agit de prairies ou de pâturages.

Ranunculus aconitifolius, Thalictrum minus, Polygala comosum, Heliosperma quadrifida, Arenaria serpyllifolia, Rhamnus Frangula, alpina, cathartica (H.), Genista pilosa, sous le Grand-Colombier, Fragaria vesca, Rosa pimpinellifolia, trois formes d'Alchemilles (A. amphisericea Buser, alpestris Schmidt, coriacea Buser, v. trunciloba), Sanguisorba minor scop; Sorbus aria, scandica, aucuparia (H.). Epilobium origanifolium et anagallidifolium (H.). Carum carvi, Sedum dasyphyllum (R.) Dôle. Lonicera nigra, cœrulea, xylosteum (H.). Viburnum Lantana (H.). Sambucus racemosa (H.). Gnaphalium Hoppeanum, creux à neige au Mont-Tendre. Cirsium eriophorum et Erisithales. Carduus Personata et crispus. Serratula monticola. Divers Hieracium : H. caesium Fr., humile Jacq., amplexicaule L., vogesiacum Moug., scorzoneaefolium Vill., valdepilosum Vill., glaucum All., bupleuroïdes Gmel., porrectum Fries, bifidum Kit., Jacquini Vill., ces trois derniers au Reculet; Pulmonaria montana (H.). Tozzia alpina (H.). Euphrasia nemorosa, salisburgensis. Orobanche flava Mart. Brunella grandiflora. Satureja alpina, Evonymus latifolius, sous le sommet du Grand-Colombier. Thesium pratense. Antericum Liliago. Paradisia Liliastrum, Allium schœnoprasum. Carex ferruginea. Carex montana (sommet du Mont-Tendre). Calamagrostis varia (E.). Poa annua var. supina Schrad. Cynosurus cristatus. Cystopteris montana.

VI

Discussion des données statistiques et comparatives.

Le premier résultat qui se dégage des comparaisons que nous venons d'établir, c'est que :

Entre les prairies a, b, c, d, e, o, situées sur des localités comparables, la proportion des espèces communes à deux localités oscille entre 39 et 41 %, en moyenne 40 %, soit $^4/_{10}$.

Etant donnée l'extraordinaire uniformité apparente de la zone supérieure du Jura, ce résultat est tout à fait surprenant. Je me serais attendu pour ma part à un coefficient de communauté beaucoup plus élevé.

Entre les prairies alpines du territoire Trient-Bagne-Wildhorn[1], j'avais évalué ce coefficient à 32 % en moyenne, soit $^1/_3$ approximativement. Ce chiffre m'avait déjà paru faible, mais compréhensible si l'on songe à la grande diversité des conditions biologiques des localités comparées. Mais dans le Jura, dont toutes les conditions paraissent au premier coup d'œil si semblables, comment les diverses localités d'un même type de station peuvent-elles différer du 60 % dans leur composition florale ?

Avant de chercher à résoudre cette question, voyons quelles autres conclusions se dégagent des comparaisons établies :

2° *Les différents sommets du Jura méridional, abstraction faite des stations purement rocheuses, possèdent au-dessus de 1600 m. un coefficient de communauté floral compris entre 50 et 51 %, soit sensiblement* $^1/_2$.

Bien que ce coefficient soit plus fort que le précédent, il me surprend davantage encore. En effet, les pentes comprises entre 1500 et 1600 m. sont susceptibles de présenter, au point de vue de l'exposition et de la déclivité tout au moins, des variations beaucoup plus fortes que les croupes mamelonnées des sommets.

Il est vrai qu'entre *f* et *g* le coefficient de communauté s'élève à 62 %, mais il s'agit des deux sommets du Colombier, à peine distants de 1 km. D'autre part, entre le

[1] Loc. cit. *Distribution de la flore alpine*, p. 247.

second sommet du Colombier et le sommet du Montoisey qui lui ressemble beaucoup pour l'aridité et la faible déclivité, le coefficient tombe à 42 %. Entre le Reculet et le Mont-Tendre, deux sommets qui se ressemblent assez peu, ce coefficient n'est plus que de 40 %.

Si au lieu de faire porter la comparaison sur la partie tout à fait culminale, nous envisageons le sommet depuis 1500 m. environ, le coefficient de communauté s'élève; il atteint 55 % entre le Reculet et la Dôle et 58 % entre le Mont-Tendre et le Suchet.

D'autre part, si l'on compare entre eux des sommets et des pentes supérieures, on obtient des coefficients de communauté compris entre 30 et 40 %.

3° La comparaison des stations crevasse et éboulis nous donne ce résultat assez inattendu c'est que, entre la florule d'une large crevasse rocheuse constituant au milieu du pâturage une station fraîche et ombreuse et celle d'un éboulis frais, le coefficient de communauté est sensiblement le même qu'entre un éboulis sec exposé au midi et un éboulis frais et humide exposé au nord. Dans les deux cas, le coefficient est faible : 25 % dans le premier cas, 23 à 24 % dans le second.

Entre la crevasse et l'éboulis sec, ce coefficient tombe à 20 %.

Lorsque les stations comparées sont nettement dissemblables, le coefficient de communauté s'abaisse sensiblement. Ses variations peuvent servir de mesure à la dissemblance des stations.

C'est ainsi qu'entre la crevasse * et les prairies-pâturages *c*, *b*, *h*, qui possèdent à peu près le même nombre d'espèces, la proportion d'espèces communes se monte à 30 %.

4° D'un autre côté, si l'on compare une de nos prairies du Jura (*a*, pente du Colombier), avec quelques prairies des Alpes possédant un nombre d'espèces analogues, *nous*

obtenons un coefficient de communauté sensiblement proportionné à la ressemblance du substratum :

Ainsi, avec Küh-Dungel, prairie du versant nord du Wildhorn sur calcaire crétacique, le coefficient de communauté est de 30 %; avec la Peulaz (val Ferret), sur schistes calcifères compacts, 24 %; avec Barberine, sur calcaire jurassique laminé, 22 %; avec la Combe de La, sur dolomie, 15 %.

Le sommet de l'Aigoual, situé dans les Cévennes à l'altitude de 1560 m., possède sur substratum éruptif une florule culminale formée par 130 espèces phanérogames, dont 35 espèces se retrouvent sur le sommet de la Dôle. Le coefficient de communauté florale de ces deux sommets est donc encore de 15 %.

* * *

En résumé, de tout ce qui précède, nous pouvons conclure qu'en dehors des variations accentuées des facteurs biologiques généraux tels que la constitution géologique, l'altitude, la déclivité, l'exposition, l'éloignement, etc., qui agissent sur la distribution florale et modifient le coefficient de communauté entre deux localités éloignées, *il existe, dans toute région limitée, même uniforme en apparence, des causes locales de variations plus immédiates, quoique moins faciles à apprécier.*

Ces causes locales, nombreuses peut-être, en tout cas difficiles à déterminer, occasionnent une véritable *diversité biologique élémentaire* qui se traduit par une *diversité florale* parallèle.

Cette diversité est telle qu'on ne trouve pas deux localités d'une station uniforme en apparence possédant exactement la même association florale[1].

[1] Au lieu de diversité florale, association florale, on pourrait dire diversité spécifique, association spécifique.

On constate même fréquemment, en dehors de la variation des espèces accessoires, que les espèces *dominantes* d'une association caractéristique changent d'une localité à l'autre, sans qu'on remarque dans les conditions de la station des changements correspondants[1].

VII

Comparaison du degré de fréquence des espèces dans le Jura méridional et dans les prairies alpines du territoire T-W-D.

Les espèces notées sur les douze localités *a-o* du Jura méridional se répartissent, suivant leur degré de fréquence, de la façon suivante :

Fréquentes . .	64	espèces	appartenant à	50	genres.
Très fréquentes!	16	»	»	16	»
Moins fréquentes	93	»	»	70	»
Rares	64	»	»	58	»
Au total . .	237	»	»	141	genres différents (coefficient générique, 59-60 %)[2].

Les espèces appartenant à dix localités (prairies alpines) du territoire Trient-Wildhorn-Dranse[3] se répartissent en :

Fréquentes . .	93	espèces.
Très fréquentes.	20	»
Moins fréquentes	149	»
Rares	108	»
Au total . . .	370	espèces appartenant à 210 genres différents (coefficient générique, 57 %).

[1] Dans un entretien récent, M. le professeur Chodat m'a communiqué les remarques intéressantes qu'il a faites à ce sujet sur les associations si caractéristiques couvrant les éboulis rocheux du pied du Jura (versant méridional).

[2] Voir page 573 la signification de ce terme.

[3] Voir *Distribution de la flore dans le bassin des Dranses*. Loc. cit.

Si l'on compare, d'après leur degré de fréquence, les espèces des deux territoires alpin et jurassique, on obtient les proportions suivantes :

	Prairies jurassiques.	Prairies alpines.
Très fréquentes . .	6-7 %	5-6 %
Fréquentes	27 »	25 »
Moins fréquentes . .	40 »	40 »
Rares	27 »	29 »

Comme on le voit, ces *rapports de fréquence sont presque identiques.*

Ce fait est surprenant; il l'est d'autant plus que telle espèce, fréquente dans le Jura, peut être rare dans les Alpes, et vice-versa, comme l'indique le tableau suivant. Il faut donc qu'il s'établisse, quant au degré de fréquence des espèces, une sorte de balancement ou de compensation pour qu'on obtienne dans deux territoires aussi distincts des chiffres presque identiques :

Tableau comparatif du degré de fréquence des espèces dans 10 prairies du haut Jura méridional et dans 12 prairies des Alpes.

Sur les	64 esp. jurassiques	fréquentes	40 désignées par ×	ont dans T-W-D la même fréquence.
»	16 »	très	7 désignées par ×.	ont dans T-W-D la même fréquence.
»	93 »	moins	39 désignées par /	ont dans T-W-D la même fréquence.
»	64 »	rares	24 désignées par .	ont dans T-W-D la même fréquence.
	237		110	

D'autre part :

Parmi les 80 esp. jurass. fréquentes ou très fréquentes, 15 sont de moyenne fréquence dans T-W-D, 9 sont rares, 7 ne se rencontrent pas.

Parmi les 93 esp. jurass. moins fréquent., 15 sont fréquentes (× et ×.) dans T-W-D, 14 sont rares, 25 manquent ou sont accidentelles).

Parmi les 64 esp. jurass. rares, 10 sont fréquentes (× et ×•) dans T-W-D, 17 sont de moyenne fréquence, 13 manquent ou sont accidentelles.

Comme on s'en rend compte facilement par ces chiffres, les *divers degrés de fréquence ne sont pas fournis par les mêmes espèces* dans les *portions des Alpes et du Jura que nous envisageons :* il n'y a que 110 espèces des localités jurassiques sur 237, soit moins de la moitié, qui se retrouvent dans le territoire alpin T-W-D avec le même degré de fréquence. Les autres y présentent une densité différente ou même ne s'y trouvent pas du tout.

Les espèces manquant à la zone alpine du territoire T-W-D sont, pour la plupart, des espèces de la zone sylvatique, qui pourraient d'ailleurs s'y rencontrer accidentellement, mais qui ne s'élèvent pas habituellement jusque-là. Toutefois, les 12 espèces suivantes font réellement défaut au territoire T-W-D et aux Alpes centrales en général ; ce sont :

Aconitum Anthora, Ranunculus Thora, Alsine villosa Dianthus cæsius, superbus, monspessulanus; Hypericum Richeri, Bupleurum longifolium Crepis succisæfolia, Cirsium Erisithales, Serratula monticola, Sideritis hyssopifolia, presque toutes des espèces méridionales. Pinguicula grandiflora, qui manque également à T-W-D, se retrouve dans le Haut-Valais, enfin, Allium fallax, de moyenne fréquence dans le Jura méridional, est rare dans toutes les Alpes centrales.

D'ailleurs, par leur composition florale, les prairies culminales du Jura méridional se rattachent plutôt à la zone subalpine malgré la ressemblance physionomique qu'elles présentent avec les prairies alpines proprement dites. Elles répondent à cet égard assez exactement à ce que M. Ch. Flahault, de Montpellier, a si judicieusement nommé les prairies *pseudo-alpines*, prairies d'aspect alpin, mais formées d'éléments subalpins et qui s'établissent au-dessus de

la limite des forêts lorsque celle-ci régresse sous l'action de l'homme.

Sur les 80 espèces fréquentes de la flore culminale du Jura méridional, il n'y en a guère qu'un quart qui, dans les Alpes, se trouvent de préférence dans la zone alpine, et, sur le total des espèces, à peine un dixième.

Y aurait-il une loi de répartition des espèces par ordre de fréquence comparable aux lois de variation des organes dans une même espèce ? Je suis tenté de le croire sans que les documents dont je dispose actuellement me permettent de le démontrer pour le moment.

Proportion des genres et coefficient générique.

La proportion des genres par rapport aux espèces varie suivant les associations végétales et suivant l'étendue du territoire considéré, ainsi que le montre le tableau suivant :

Sur les 237 espèces des prairies *a-o* du Jura mérid.	il y a	60	genres	sur 100	esp.
Sur les 370 » » alpines T-W-D	»	57	»	100	»
Sur l'ensemble de la flore culminale du T-W-D	»	54	»	100	»
Sur » des espèces du Wildhorn (W)	»	50	»	100	»
Sur » » du Trient (T)	»	45	»	100	»
Sur » » des Dranses (D)	»	40	»	100	»
Sur » » du territoire T-W-D	»	33	»	100	»
Sur » » de la flore suisse	»	25	»	100	»

L'ordre dans lequel nous avons groupé les divers termes de notre comparaison, nous montre que *la proportion des genres par rapport aux espèces est en raison inverse de la diversité des conditions biologiques.*

En effet, en groupant les territoires que nous venons d'énumérer dans un ordre inverse, nous constatons que leur complexité biologique va en décroissant :

1° *La Suisse entière comprenant Jura, Plateau, Alpes* avec lacs, glaciers, tourbières, etc., possède une diversité de conditions biologiques considérable ; la proportion des

genres aux espèces[1] pour l'ensemble de la flore suisse est comme 1 : 4, soit 25 genres pour 100 espèces;

2° *La zone alpine et nivale du territoire Trient-Wildhorn-Dranse*, dans laquelle on rencontre toute la série des terrains sédimentaires depuis le gneiss jusqu'au Flysch, et qui participe aux trois grands groupes alpins : hautes Alpes centrales, massif du Mont-Blanc et hautes Alpes septentrionales; la proportion des genres vis-à-vis des espèces y est comme 1 : 3, soit 33-34 %.

3° Le *Haut bassin des Dranses* de Bagnes, Ferret et Entremont, y compris la combe de La, possède tous les terrains, depuis la Protogyne au jurassique, avec micaschistes, serpentines, dolomie, gabbros, etc. La proportion des genres aux espèces y est comme 1 : 2,5, soit 40 %.

4° Le *Haut bassin du Trient*, moins étendu que le précédent, possède aussi une structure géologique variée (gneiss, trias, jurassique et crétacique), quoique moins complexe. La proportion des genres aux espèces y est de 45 %.

5° Le *Massif du Wildhorn* est entièrement calcaire, mais comprend du jurassique supérieur, du flysch, du calcaire nummulitique avec brèches et avec dépôts ou revêtements siliceux d'origine glaciaire. La proportion des genres aux espèces y est de 50 %.

6° La *Zone supérieure du Jura méridional* du Reculet au Mont-Tendre, entre 1500 et 1700 m. environ, est un territoire entièrement formé de jurassique supérieur (Séquanien, avec affleurements d'Argovien). La proportion des genres aux espèces y est de 54 %.

7° Les *10 localités alpines de la région T-W-D*, appartiennent toutes au même type de station : la prairie alpine, mais diffèrent par le substratum, l'exposition et plus ou

[1] Nous n'envisageons ici que les « bonnes espèces » sans tenir compte des variétés et sous-espèces.

moins par l'altitude. La proportion des genres aux espèces y est de 57 %.

8° Les *12 localités du Jura méridional*, ne diffèrent guère entre elles que par l'exposition et la déclivité. La proportion des genres aux espèces y est de 60 %.

9° Enfin, si l'on n'envisage qu'une seule localité, la *pente a du Grand Colombier*, par exemple, nous voyons que les 106 espèces qui s'y trouvent appartiennent à 90 genres, ce qui représente 1 genre pour 1,18 espèces, soit 85 %.

Finalement, on obtiendrait le rapport 1 : 1 des genres aux espèces en envisageant une station suffisamment uniforme pour n'accueillir qu'un petit nombre d'espèces envahissantes. Ces conditions sont réunies ordinairement par la forêt de haute futaie en ce qui concerne la végétation arborescente, et pour la végétation herbacée en général par toute station caractérisée par la prédominance excessive d'une condition physico-chimique particulière : Bruyère, steppes salifères, grèves maritimes sablonneuses, etc., *considérées sur un espace restreint*.

Si, au lieu de comparer des territoires d'étendue variable, nous envisageons une série de localités de superficie analogue mais situées dans des régions différentes, nous obtenons, en ce qui concerne la proportion des genres aux espèces, les chiffres suivants :

1.	Pente calcaire de Gagnerie . . .	111	genres sur	165	espèces, soit	67 %
2.	» de Küh-Dungel, de 1850-2200 m. . .	104	»	150	»	70 %
3.	» gneissiques du Luisin	122	»	173	»	71 %
4.	» calc. de la Peulaz (Val Ferret) sur schistes calcifères. . . .	78	»	107	»	72 %
5.	» calc. de Küh-Dungel. entre 1850 et 2000m.	85	»	111	»	76 %
6.	» occident. du Reculet .	73	»	92	»	80 %
7.	Sommet du Grand Colombier . .	84	»	110	»	80 %
8.	Pente de Barberine sur calcaire. .	93	»	114	»	81 %
9.	» sur schistes lustrés, aux bords de la Viège s/Stalden . .	70	»	85	»	83 %
10.	» orient. du Grand Colombier .	90	»	106	»	85 %

Bien qu'il soit difficile de l'établir positivement, j'estime, d'après mes observations sur le terrain, que les diverses localités ci-dessus possèdent des conditions biologiques de plus en plus uniformes de la localité n° 1 à la localité n° 10.

L'uniformité biologique d'une station s'accuse plus ou moins à l'extérieur par l'uniformité physionomique de la végétation; on sait qu'une prairie exubérante à tapis végétal dense, témoigne d'une certaine uniformité dans les conditions biologiques; l'homogénéité et les propriétés physico-chimiques du substratum sont naturellement les facteurs les plus importants à cet égard.

Ainsi la pente calcaire de Gagnerie, avec un nombre d'espèces très voisin de celui du versant gneissique du Luisin (même exposition, même altitude et même déclivité), possède cependant 5 % de genres en moins. Bien que plus riche en espèces, la pente gneissique du Luisin est plus homogène et sa flore présente une physionomie plus uniforme, ses conditions biologiques paraissent manifestement moins variées que celles de la pente calcaire de Gagnerie. La pente calcaire de Küh-Dungel, variée à cause de la nature de son substratum, comprenant divers faciès de terrains crétaciques et tertiaires, présente cependant, par suite de son exposition Nord et de la grande humidité de la contrée, une uniformité physionomique assez grande, ces deux influences, l'une cause d'uniformité, l'autre de diversité, se traduisent par une proportion des genres de 70 % intermédiaire entre Gagnerie et Luisin.

La Peulaz sur schistes calcifères, malgré son nombre d'espèces notablement inférieur (107 environ), possède une proportion de genre analogue à la pente du Luisin (173 espèces), ce qui montre nettement que la proportion des genres aux espèces, ce que nous appellerons le *coefficient générique*, n'est pas fonction constante de la diversité des espèces. Il semble qu'il y ait, dans la répartition des con-

ditions biologiques, quelque chose d'analogue aux variations *quantitatives* et aux variations *qualitatives;* les unes détermineraient le nombre des espèces, les autres le degré de leur dissemblance spécifique et générique [1].

La pente de Küh-Dungel nous donne un autre exemple de cette indépendance relative du nombre d'espèces vis-à-vis de la valeur du coefficient générique.

Envisagée entre 1850 et 2000 m., dans la portion où la végétation est la plus exubérante, le coefficient générique s'élève à 79 % pour 111 espèces, tandis qu'entre 1850 et 2200 m., il tombe à 70 %, bien que le nombre des espèces n'ait augmenté que de 39.

La pente de Barberine, sur calcaires jurassiques schisteux, fournit l'exemple d'une pente riche en espèces, mais à physionomie uniforme; le coefficient générique s'y élève à 81 %.

La pente n° 9, sur schistes lustrés, présente des conditions de substratum remarquablement uniformes; le coefficient générique s'y élève à 83 %. Il faut arriver aux pentes si homogènes du Jura pour obtenir un % supérieur; la pente n° 10, sur affleurement Argovien très délitable, possède un coefficient générique de 85 %.

Un sommet, malgré l'uniformité du substratum, est, à cause de sa topographie même, plus varié comme déclivité et exposition qu'une pente pour laquelle ces deux facteurs sont constants; aussi voyons-nous, pour le sommet du Grand-Colombier, le coefficient générique (80 %) être de 5 % plus faible que celui de la localité 10 (pente du Colombier).

La comparaison que nous venons d'établir entre des localités isolées confirme donc ce que nous révélait déjà la comparaison de territoires plus étendus, *c'est que le coefficient générique est inversement proportionnel à la diver-*

[1] En envisageant, bien entendu, plutôt les différences physiologiques que taxonomiques.

sité des conditions biologiques, alors même que cette diversité n'est pas révélée par le nombre des espèces.

Pour apprécier la complexité biologique d'une station et surtout pour comparer entre elles des stations de même nature physionomique, il faut donc tenir compte à la fois de leur *coefficient de communauté spécifique* et de leur *coefficient générique*.

On observe également, en allant de l'équateur au pôle ou en s'élevant du pied d'une montagne jusqu'à la zone nivale, une augmentation continue de la proportion des genres par rapport aux espèces; dans certaines régions tropicales, où quelques genres comptent jusqu'à 300, 400 et même 600 espèces, le rapport genre à espèce est naturellement beaucoup plus éloigné de l'unité que dans les zones arctique et nivale où prédominent les genres monotypes. Ce phénomène bien connu est en rapport manifeste avec la distribution décroissante de la chaleur.

Dans les exemples que nous venons de relever, les causes sont plus complexes, et la part qui revient à la distribution inégale de la chaleur résulte moins de la chaleur émise que de la chaleur absorbée, dont la quantité dépend de la nature du substratum de l'exposition, de la déclivité, etc.

Il s'agit en effet, dans le cas qui nous occupe, d'une influence intrinsèque de la station, puisque les territoires comparés ont sensiblement les mêmes latitude et altitude et d'une façon générale les mêmes conditions climatiques.

Les diverses stations telles que les rochers, les tourbières, les prairies, etc., possèdent en effet vis-à-vis de la chaleur un coefficient d'absorption fort différent.

D'autre part, si le coefficient d'absorption calorifique des diverses prairies que nous avons envisagées ne varie guère, à profondeur égale, dans la couche superficielle, on peut admettre que, pour la même station, il varie, ainsi que la capacité hygroscopique, *avec la profondeur*. On peut bien

dire qu'une seule et même station, telle que celle qui détermine la prairie alpine par exemple, comprend en réalité une série de stations différentes, représentées par les diverses tranches superposées qui constituent l'épaisseur de la terre végétale.

Il en résulte que la prairie la plus homogène en apparence est, en réalité, quelque chose de très complexe, et l'on peut admettre que le tapis végétal qui la recouvre résulte de la concurrence qui s'établit entre les systèmes radiculaires de ses espèces.

Tout ceci n'explique cependant pas que, dans des localités aussi restreintes que celles que nous envisageons, la proportion des genres diminue avec la diversité croissante des conditions biologiques; car on observe, entre les espèces d'un même genre, des différences aussi grandes vis-à-vis des conditions physico-chimiques extérieures qu'entre les espèces appartenant à des genres différents. C'est ainsi que les différentes associations caractéristiques, pour une station donnée, sont formées d'espèces appartenant presque toutes à des genres différents. Les combes de neige, par exemple, caractérisées par Plantago alpina, Alchemilla pentaphylla, Chrysanthemum alpinum, Cerastium trigynum, Gnaphalium supinum, Veronica aphylla, Cardamine alpina, Salix herbacea, etc., contiennent autant de genres que d'espèces.

Sur 30 espèces relevées sur un *Callunetum* des flancs du vallon d'Emaney [1], 29 appartiennent à des genres différents.

Lorsque, dans une même association, se rencontrent plusieurs espèces d'un même genre, on constate qu'elles ont des exigences très variées. Les diverses espèces alpines des genres Primula, Gentiana, Potentilla, Androsace, etc., nous fournissent d'excellents exemples de ce fait.

[1] P. Jaccard, *Etude géobotanique de la flore du haut bassin de la Sallanche et du Trient*. « Revue générale de botanique », t. X, p. 43.

Certains genres, il est vrai, possèdent des espèces qui, tout en ayant des systèmes souterrains plus ou moins différents, semblent être assez uniformes au point de vue des exigences; c'est le cas pour le groupe des Carex aquatiques, pour plusieurs Graminées, diverses Crassulacées, etc.

J'ai souvent été frappé de trouver réunies, sur certaines localités restreintes, de nombreuses espèces d'un même genre, tandis que d'autres genres habituels à ces stations font parfois complètement défaut.

Ainsi sur le versant occidental de Gagnerie (Dent-du-Midi), sur substratum calcaire, j'ai recueilli une douzaine d'espèces de Gentianes et une dizaine d'espèces de Saules. Sur la pente gneissique du versant opposé, je n'ai par contre trouvé aucun saule. Sur la moraine du glacier de Fée, j'ai eu l'occasion d'observer une dizaine de Saules également, ainsi qu'au fond du vallon de Nant, sous la Dent-de-Morcles. Le fond du val de Binn compte une trentaine d'espèces, variétés et hybrides de Hieracium. Cette absence de certains genres dans certaines stations où l'on pourrait s'attendre à les rencontrer, ainsi que le nombre inusité d'espèces d'autres genres sont des faits qui m'ont assez souvent frappé dans les Alpes.

Résumé et conclusions.

Les principaux résultats qui se dégagent de ce travail peuvent se résumer de la façon suivante :

1° Malgré l'uniformité des conditions biologiques du haut Jura méridional, la distribution de la flore y manifeste une diversité relativement considérable.

Le coefficient de communauté spécifique est en moyenne de 40 % entre les pentes herbeuses (prairies) comprises entre 1500 et 1600 m. environ; cette proportion s'élève à 50 % entre les sommets; alors même qu'il s'agit de

stations très analogues en apparence et distantes de 1 km. seulement, le coefficient de communauté ne dépasse guère le 60%. (62% entre les deux sommets voisins du Grand-Colombier.)

2° Les prairies du haut Jura possèdent, avec les prairies alpines du territoire Trient-Dranse-Wildhorn, un coefficient de communauté d'autant plus élevé que les conditions biologiques des localités comparées sont plus semblables.

Ce coefficient, qui paraît indépendant de la proximité relative ou des connexions topographiques, est de 30% avec l'alpe calcaire de Küh-Dungel (versant septentrional du Wildhorn), 24% avec la Peulaz sur les schistes calcifères du val Ferret, 22% avec Barberine sur calcaire jurassique inférieur, 15% avec la Combe de La sur dolomie.

Le coefficient de communauté entre des stations dissemblables comme prairie, crevasse rocheuse, éboulis, etc., situées sur un territoire restreint, atteint de 20-25%.

La valeur du coefficient de communauté peut servir à évaluer le degré de similitude ou de dissemblance des stations.

4° Indépendamment des facteurs biologiques généraux (sol, exposition, climat, etc.), dont les variations déterminent les grandes lignes de la distribution florale, il existe, dans toute région limitée, même uniforme en apparence, des causes locales de variation occasionnant une véritable *diversité biologique élémentaire* qui se traduit par une *diversité florale* parallèle.

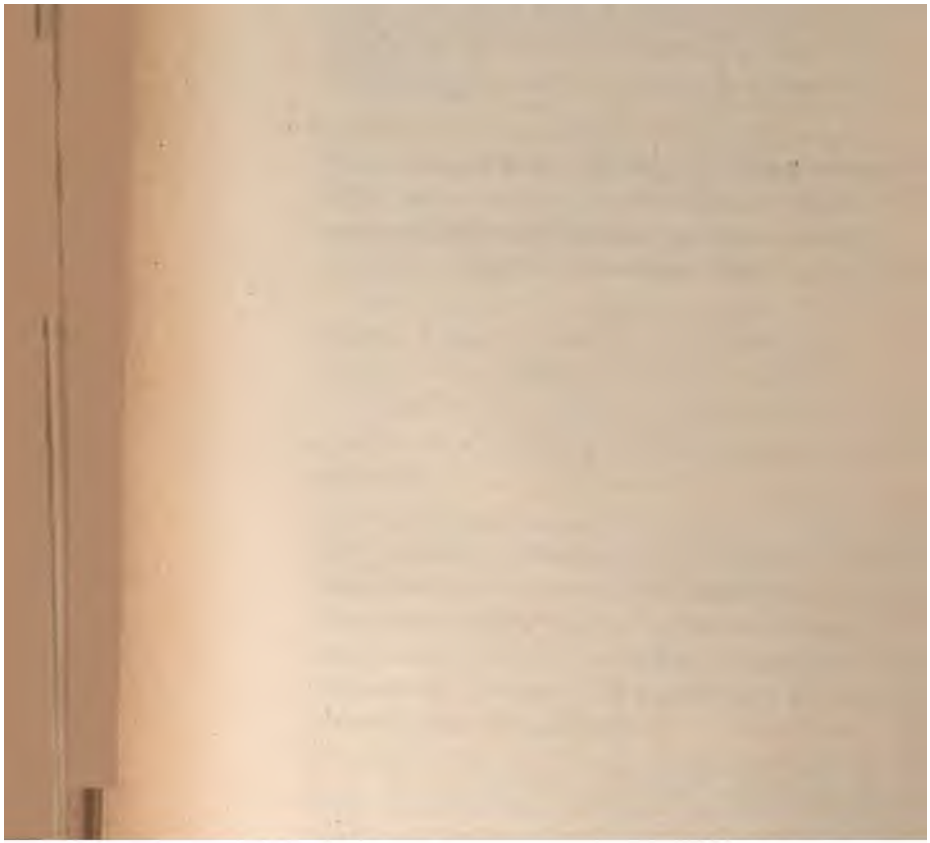
5° Si l'on groupe les espèces des prairies du Jura et celles des prairies des Alpes que nous comparons, suivant leur degré de fréquence, en quatre catégories, soit en espèces très fréquentes, fréquentes, de moyenne fréquence et espèces rares, on constate que la proportion de ces quatre catégories est à peu près la même dans les Alpes

et dans le Jura, bien que dans les deux cas une même espèce n'y présente pas le même degré de fréquence.

6° Dans les divers territoires et localités comparées, le *coefficient générique*, c'est-à-dire le rapport du nombre des genres au nombre des espèces, croît en raison inverse de la variété des conditions biologiques.

7° Pour comparer deux localités appartenant à un même type de station, il faut tenir compte à la fois de leur *coefficient de communauté spécifique* et de leur *coefficient générique*.

8° Les observations que j'ai faites jusqu'ici, soit dans les Alpes soit dans le Jura, me forcent à croire qu'il n'existe probablement pas deux localités de quelque étendue possédant une composition florale identique.



ÉTUDES RELATIVES A LA MALARIA

La distribution des Anopheles dans le Canton de Vaud, en relation avec les anciens foyers de malaria, et contribution à l'étude de la biologie des Anopheles.

PAR

le Dr **Bruno GALLI-VALERIO**, prof.

AVEC LA COLLABORATION DE

M. **P. Narbel**, cand. méd., et de Mme **G. Rochaz**, Dr.

(Communication faite à la Société vaudoise des Sciences naturelles le 20 novembre 1901.)

(Pl. XXV.)

C'est le résultat de plus d'une année de recherches et d'observations sur les *Anopheles*, que je me propose d'exposer ici.

Ces recherches ont porté sur la distribution des *Anopheles* dans le canton de Vaud, surtout en relation avec les anciens foyers de malaria, et sur plusieurs points relatifs à la biologie de ces culicidés.

J'ai été en grande partie aidé dans mes travaux par l'excellente collaboration de M. Narbel, candidat en médecine, et de Mme G. Rochaz, Dr. Il n'est que juste d'associer leurs noms au mien dans la rédaction de ce travail.

Pour faciliter l'exposition des résultats obtenus, je diviserai le travail en trois chapitres :

1° Technique pour la recherche et pour les observations sur les *Anopheles*.

2° Les anciens foyers vaudois de malaria et la distribution actuelle des *Anopheles* dans le canton.

3° Observations sur la biologie des *Anopheles*.

I. Technique pour la recherche et les observations sur les Anopheles.

Il est utile d'exposer la technique que j'ai suivie, ainsi que mes collaborateurs, pour pratiquer les recherches. Elle pourra rendre quelques services à ceux qui voudront s'occuper d'un même genre d'observations, soit en Suisse, soit dans d'autres pays.

Mais avant d'exposer les notions relatives à la technique, je résumerai en quelques mots les caractères qui différencient les *Anopheles* d'autres espèces, avec lesquelles ils pourraient se confondre dans nos pays.

Les *Anopheles* sont des culicidés, c'est-à-dire des diptères à corps allongé et mince, dont la tête est pourvue de deux longues antennes, de deux palpes et d'une trompe apte à piquer et à sucer.

La question importante pour nous, c'est de savoir bien distinguer les *Anopheles* des *Culex*, soit à l'état adulte, soit à l'état larvaire.

Les caractères différentiels peuvent être résumés comme suit :

Anopheles.	*Culex.*
Œufs disposés en ruban ou en étoile.	Œufs déposés en nacelle.
Larve qui se termine postérieurement par un pinceau de poils et qui se tient presque horizontale à la surface de l'eau.	Larve qui se termine postérieurement par un pinceau de poils et par un tube mince et long. Elle se tient à la surface de l'eau avec la tête dirigée en bas.
Nymphe identique à celle de *Culex*, mais avec les tubes respiratoires plus courts et coupés plus droits.	Nymphe identique à celle des *Anopheles*, mais avec les tubes respiratoires plus longs.

Larve de Dixa dans la position en siphon qu'elle prend dans l'eau.

Adultes qui se tiennent fixés aux parois avec la partie postérieure éloignée de la surface.

♀ Palpes de la même longueur que la trompe.

♂ Palpes de la même longueur ou légèrement plus longs que la trompe, à dernier article en spatule.

♀ Antennes avec de rares poils.

♂ Antennes plumeuses.

Adultes qui se tiennent fixés aux parois avec la partie postérieure rapprochée de la surface.

♀ Palpes beaucoup plus courts que la trompe.

♂ Palpes plus longs que la trompe, à dernier article non élargi en spatule.

♀ Antennes avec de rares poils.

♂ Antennes plumeuses.

Il y a une larve qui a été parfois confondue avec la larve d'*Anopheles*. C'est la larve du genre *Dixa*. Il suffit pourtant d'avoir vu une fois cette larve pour éviter toute confusion. En effet, tandis que les larves d'*Anopheles* présentent la partie antérieure du corps plus large que la postérieure, celles de *Dixa* ont à peu près la même largeur en avant et en arrière. La façon de nager est tout à fait différente : les larves d'*Anopheles* nagent en faisant de brusques mouvements de latéralité, jusqu'à ce qu'elles arrivent à la surface de l'eau où elles se placent presque horizontalement. Les larves de *Dixa* nagent au contraire en se pliant en siphon, s'étendent à la surface de l'eau ; ou, très souvent, si elles sont dans un verre ou dans une éprouvette, elles grimpent le long des parois au-dessus du niveau de l'eau (Pl. XXIII).

Abordons maintenant l'étude de la technique pour capturer les *Anopheles*, soit à l'état d'image, soit à l'état de larve et de nymphe.

La capture des adultes peut se faire pendant le jour, mais surtout la nuit. Le jour on en trouve dans les chambres, et surtout dans les cabinets d'aisance, dans les étables, appuyés sur les murs dans les coins sombres. Plus rarement dans les bois, dans le voisinage des marais. Le soir, on les trouve à la campagne où ils volent dans le voisinage des fossés à eau stagnante, et dans les chambres.

Le système le plus simple pour s'emparer des adultes, c'est de les laisser se poser sur des objets ou sur le corps, et d'appliquer ensuite dessus une éprouvette renversée. On glisse alors entre la surface sur laquelle l'*Anopheles* est posé et l'ouverture de l'éprouvette une carte de visite ou un morceau de carton, et l'*Anopheles* reste de la sorte emprisonné dans l'éprouvette. On peut alors le garder vivant en bouchant l'éprouvette avec un peu de coton ou un morceau de gaze, ou bien y verser de l'alcool, ou le garder à sec en bouchant l'éprouvette hermétiquement. Si on veut en capturer un certain nombre, qui se trouvent fixés au plafond, on peut leur appliquer dessus une éprouvette qui contient de l'alcool ou du cyanure de potassium. Etourdis, ils tombent dans l'éprouvette, et on peut de la sorte en prendre un certain nombre. La conservation dans l'alcool, quand on veut étudier les caractères spécifiques des *Anopheles*, n'est pas à conseiller. En effet, dans ce liquide, les taches des ailes disparaissent. Il est préférable alors de les garder à sec enfilés sur des épingles, ou bien de les fixer par leurs pattes avec du baume du Canada, dans une cellule en verre, fixée sur un porte-objet, cellule qu'on couvre avec un couvre-objet, luté aussi avec du baume du Canada. Les préparations peuvent alors très bien être examinées au microscope.

Pour mieux étudier les caractères différentiels des palpes entre *Anopheles* et *Culex*, il est préférable de placer l'insecte entre deux couvre-objets qu'on place dans l'alcool en y superposant quelques morceaux de plomb. Après vingt-quatre heures on passe dans le xylol, et on conserve dans le baume du Canada.

La capture des larves et des nymphes réclame, en premier lieu, une passoire qu'on puisse fixer sur une canne de promenade. Mon expérience m'a démontré que les passoires que l'on trouve déjà faites, dans le commerce, ne correspondent pas complètement aux besoins. Elles ont, en effet,

le plus souvent les parois droites et non bombées en dehors, de sorte que lorsqu'on pêche on ne peut pas y garder un peu d'eau dans laquelle les larves ou les nymphes d'*Anopheles* puissent nager. Mais même lorsqu'elles ne présentent pas cet inconvénient, elles ont le fond en treillis métallique sombre, en sorte qu'on ne peut pas distinguer à sa surface les larves pêchées. En outre, elles possèdent, tout autour du treillis, une petite rigole dont on ne peut plus faire sortir les larves pêchées lorsqu'on veut les verser dans une éprouvette. C'est pour cette raison que j'ai fait faire une passoire pratique dont voici la description [1] : Passoire ronde de 8,5 cm. de diamètre, à rebord courbé en petit bec qui permet de verser l'eau avec les larves dans les éprouvettes. Les parois sont bombées à l'extérieur, de sorte qu'une petite quantité d'eau peut rester dans la passoire. Le fond est formé par une plaque en fer-blanc, percée de petits trous. Cette passoire est pourvue d'un court manche vide, en forme de douille, dans laquelle on peut emmancher une canne quelconque.

A côté de la passoire, il faut être pourvu de flacons ou d'éprouvettes, d'un thermomètre et d'une petite seringue en verre.

Si les marécages à explorer ne sont pas éloignés de l'endroit où l'on se trouve, on peut très bien se servir d'une bouteille quelconque à large ouverture, mais dès qu'il s'agit de marécages éloignés, il est préférable d'employer des éprouvettes solides, pourvues d'un bouchon en liège. Comme les larves d'*Anopheles* ont besoin de beaucoup d'air, il faut ouvrir les éprouvettes très souvent durant le voyage. Pour maintenir une ventilation permanente, sans avoir besoin de porter les éprouvettes à la main, on peut employer des éprouvettes dont le bouchon est percé d'un trou par lequel

[1] Voir B. Galli-Valerio et P. Narbel, « Centbl. für Bakt. », XXIX, 1901, p. 898.

passe un petit tuyau de verre. De la sorte, l'air peut pénétrer dans les éprouvettes sans courir le risque de verser l'eau et les larves. Pendant l'été on ne donnera jamais assez d'air aux larves. Il sera utile d'introduire dans les éprouvettes des morceaux d'herbe ou de mousse, et de séparer les larves d'*Anopheles* des larves de *Phryganes* et de *Libellules*, qui souvent les dévorent.

La seringue est un complément nécessaire : elle sert à vider l'excès d'eau qu'il y a dans les éprouvettes, en évitant le danger de verser des larves. La seringue la plus pratique est la petite seringue ordinaire en verre, dont le piston est pourvu d'un anneau qui permet de la manœuvrer avec une seule main.

Le thermomètre est employé pour prendre la température de l'eau et de l'air.

Les recherches sont pratiquées dans toutes les eaux stagnantes et même dans les eaux courantes, lorsqu'elles présentent une riche végétation sur les bords. Il suffit de promener la passoire dans l'eau à différentes profondeurs, surtout en frottant contre les roseaux et les carex, pour trouver des larves et des nymphes d'*Anopheles*.

Pour garder des préparations permanentes de larves et de nymphes, on peut les placer dans l'alcool, ou bien les aplatir entre deux couvre-objets que l'on place dans l'alcool en y superposant des morceaux de plomb, les passer après vingt-quatre à quarante-huit heures dans le xylol et dans le baume du Canada.

Pour obtenir, au contraire, l'éclosion des images, on placera les larves et les nymphes dans des flacons à large ouverture avec de l'eau et des végétaux, en couvrant avec du coton ou avec un morceau de gaze. Dès que les images éclosent, elles volent au-dessus de l'eau et se fixent sur le coton ou sur la gaze.

Il est très important de pouvoir s'emparer de ces images

à l'état vivant pour s'en servir, cas échéant, pour des expériences sur la malaria. Dans ce but, voici le procédé qui m'a donné de très bons résultats : on renverse sur le flacon un entonnoir en verre à tube assez large. Sur l'extrémité du tube, on renverse une éprouvette. En soulevant légèrement l'entonnoir, on enlève le bouchon de coton qui ferme le flacon; les *Anopheles* passent dans l'entonnoir qu'on bouche alors immédiatement avec le même tampon de coton. Les insectes passent dans l'éprouvette, dont on bouche l'ouverture avec du coton ou de la gaze. Si, par hasard, les *Anopheles* refusent de passer de l'entonnoir dans l'éprouvette, il n'y a qu'à glisser une baguette en verre entre le coton et la paroi de l'entonnoir pour les forcer à monter dans l'éprouvette.

Une fois dans l'éprouvette, les *Anopheles* peuvent se garder longtemps vivants, et on peut leur faire sucer du sang en renversant l'éprouvette sur le bras d'une personne. On peut même les transporter très loin ; ainsi j'en ai transporté un de la Valteline à Lausanne, encore vivant après quarante-huit heures de voyage dans une éprouvette renfermée dans une valise.

II. Les anciens foyers vaudois de malaria et la distribution actuelle des Anopheles dans le canton.

Les zones à malaria du canton de Vaud ont été représentées par un grand foyer, celui de la plaine du Rhône, et par une série de petits foyers disséminés qui ne semblent jamais avoir présenté les caractères de foyers à infection très forte et très grave.

Je passerai en revue tous ces foyers, en donnant en même temps les indications relatives à la distribution des *Anopheles*.

a) Plaine du Rhone et zones voisines

Ce foyer était en pleine activité il y a trente à quarante ans[1]. Plusieurs des clients de M. le Dr Gondoux, à Villeneuve, lui ont raconté avoir souffert dans leur jeunesse de la fièvre du pays et se rappellent d'avoir vu les fiévreux jaunes et décharnés, étendus au soleil devant les maisons, tout le long de la grande rue. M. le Dr Bezencenet, d'Aigle, a traité lui-même des cas de fièvre tierce et il cite deux véritables épidémies, à la suite du creusement de deux canaux.

Suivant lui, la malaria aurait maintenant complètement disparu de la plaine du Rhône ; mais il affirme d'observer encore des engorgements spléniques non inflammatoires justiciables de la quinine, et bien des cas d'anémie tout à fait réfractaires au fer et ne guérissant que lorsqu'on a découvert la tuméfaction de la rate et qu'on l'a combattue par la quinine. Il y aurait en outre des névralgies intermittentes qui ne cèdent qu'à la quinine. La même chose m'a été affirmée par M. le Dr Soutter, qui a observé qu'à Aigle les névralgies présentent surtout un caractère paludéen et que soit celles-ci, soit les engorgements de la rate, ne cèdent qu'à la quinine. J'ai cité moi-même[2] le cas d'un étudiant en médecine qui, après avoir passé la nuit dans la plaine du Rhône, aurait souffert pendant plusieurs semaines d'une fièvre tierce, et M. le professeur Dind m'a affirmé avoir dernièrement soigné un cas de malaria à Chessel.

Ce foyer donc, s'il n'est pas tout à fait éteint, ne semble plus présenter que quelques formes larvées ou des formes typiques mais très rares, peut-être dues au voisinage du

[1] Morax, *Statistique médicale du canton de Vaud*, Lausanne 1899.

[2] B. Galli-Valerio, *Über den gegenwärtigen Stand unserer Kentnisse der Malaria*. « Therapeut. Monatshefte », 1901 Feb.

Valais, où la malaria était très fréquente et où elle existe encore peut-être maintenant [1].

La plaine du Rhône, nonobstant les nombreux travaux d'assainissement, présente encore des marécages et de nombreux fossés à eau stagnante et riche végétation, offrant toutes les conditions les plus favorables au développement des *Anopheles*. Ces fossés sont même très rapprochés des villes, comme à Villeneuve, où on les trouve immédiatement à côté des dernières maisons, vers l'Eau-Froide.

Les résultats des recherches des *Anopheles* dans cette région ont été les suivants :

1. *Plaine du Rhône :*

Endroit	Date	Température Eau	Température Air	Resultat des recherches
Marécages près de Villeneuve, le long de l'Eau-Froide (375m).	8 oct. 1900	+ 7°	—	Beaucoup de larves d'*Anopheles* et de *Culex*.
Gouilles à la Porte-du-Scex (rive vaudse du Rhône) (375m).	12 juin 1901	+10° à +23°	+20°	Beaucoup de larves d'*Anopheles* et de *Culex*.
Gouilles près de Bouveret (375m).	12 juin 1901	+10° à +23°	+20°	Beaucoup de larves d'*Anopheles* et de *Culex*.
Fossés entre Villeneuve et Roche (389m)	13 juin 1901	—	—	Plusieurs larves d'*Anopheles*.
Fossés près de Roche (389m).	15 juin 1901	—	+15°	Plusieurs larves d'*Anopheles*.
Marécage près de Bex (435m). Fossés entre Aigle (419m) et le Rhône. Fossés entre Aigle et Villeneuve (375m).	10 juil. 1901	+19°	+29°	Beaucoup de larves d'*Anopheles* et de *Culex*.

Les larves et les nymphes trouvées dans la plaine du Rhône ont donné *A. maculipennis* et *A. bifurcatus*.

[1] M. le Dr de Cocatrix m'écrit que la malaria n'existe plus dans le Bas-Valais.

2. *Zones voisines :*

M. Lombard affirme[1] que dans les montagnes vaudoises, où l'on n'a pas encore desséché les tourbières, on voit fréquemment des fièvres intermittentes. Lebert en aurait même observé à Anzeindaz (1897 m.), et au hameau des Posses (1255 m.); mais, avec raison, M. Lombard pense qu'elles y avaient été importées. J'ai voulu donc étendre les recherches des *Anopheles* même aux Alpes vaudoises. Ces recherches ont été faites dans les endroits suivants :

En Rond sur Bex (500 m.), aux Plans (1101 m.), des Plans à Gryon (1165 m.), entre Pont de Nant et Mont (1323 m.), au Creux de Champ (Ormonts, 1324 m.), de Gryon à Solalex (1430 m.), au col de la Croix d'Arpille (1734 m.), à Anzeindaz (1980 m.). Dans aucun de ces endroits, on ne trouva des *Anopheles*, et seulement à En Rond sur Bex (500 m.) et à Villars sur Ollon (1270 m.), on trouva des larves de *Culex*.

Des recherches exposées, il résulte que, dans la plaine du Rhône, on trouve de nombreuses larves d'*A. maculipennis* et d'*A. bifurcatus*, qui, dans les zones à malaria, jouent un rôle si important dans la transmission de cette maladie. Mais ils ne semblent pas s'élever sur les montagnes et nous devons considérer comme importés de la plaine les cas de malaria qu'on dit avoir été observés dans les Alpes vaudoises[2].

b) Plaine de l'Orbe, environs et Jura

La plaine de l'Orbe ne paraît pas avoir été un grand foyer de malaria. Des renseignements rapportés par Lom-

[1] *Traité de climatologie médicale*, Paris, 1879.

[2] J'ai noté dans un autre travail (« Therap. Monatshefte », fév. 1901), qu'on aurait observé, dans la plaine du Rhône, l'hemoglobinurie des bovidés. Si la chose est vraie, il s'agit très vraisemblablement de la malaria de ces animaux, due à *Piroplasma bigeminum*, S. et K.

bard, il résulte que le Dr Cordey, dans une pratique de trente et quelques années, n'y a soigné que des cas isolés presque tous importés de France ou survenus à la suite des travaux de terrassement pour la construction du chemin de fer. Dans une discussion qui a eu lieu à la Société vaudoise de médecine, le 2 mars 1876[1], M. le Dr Brière, qui avait vu plusieurs cas de malaria à Villars sur Yverdon (471 m.), affirmait qu'il n'y en avait plus à Yverdon depuis plus de trente ans. M. le Dr Moehrlen, qui a pratiqué de longues années à Orbe, et mon ami, M. le Dr Rochaz, qui y pratique actuellement, n'y ont jamais observé de cas de malaria. Seul, M. le Dr Duplessis m'a assuré avoir soigné lui-même un cas autochtone de fièvre tierce à Orny et d'avoir connaissance d'autres cas qu'on y a observés.

En résumé donc, la fièvre paludéenne n'a été que peu accentuée dans les marais de l'Orbe et elle en a maintenant complètement disparu[2].

Les conditions de cette plaine, même après les grands travaux accomplis pour l'assainir, sont restées celles d'une plaine à marécages. A côté de grandes tourbières soumises à l'exploitation et formant de vastes marécages, il y a d'innombrables fossés et gouilles à eau stagnante et à végétation abondante.

Même dans les canaux où l'eau est courante, on trouve souvent une riche végétation sur les bords, végétation qui gêne le libre écoulement des eaux.

Voici les résultats des recherches d'*Anopheles* pratiquées dans cette zone :

[1] « Bull. de la Soc. méd. de la Suisse romande. », 1876, p. 100.

[2] M. le professeur Bieler m'écrit qu'en 1850 M. Chevillard, vétérinaire à Orbe, lui avait mentionné quelques cas de fièvre intermittente chez le bétail. Il s'agissait probablement de l'infection due à *Piroplasma bigeminum*.

1. *Plaine de l'Orbe :*

Endroit	Date	Température Eau	Température Air	Résultat des recherches
Gouilles et bords des fossés du Grand-Marais (443m).	6 oct. 1900	+ 7°	—	Deux larves d'*Anopheles*; point de *Culex*. Ces larves donnèrent *A. maculipennis*.
Marais vers Ependes (441m).	13 oct. 1900	—	—	Point de larves d'*Anopheles*. Larves de *Culex*.
Fossés du Grand-Marais (443m).	26 janv. 1901	+0,5° (Couche de glace de 25 cm.)	+ 5°	Point de larves d'*Anopheles* ni de *Culex*.
Marais près de la Colonie (442m).	20 avril 1901	+20°	—	Larves de *Culex*, mais point de larves d'*Anopheles*.
Marais de Villars (442m).	21 avril 1901	+20°	—	Nombreuses larves de *Culex*, mais point d'*Anopheles*.
Marais près d'Orbe (441m).	27 avril 1901	—	—	Larves nombreuses et 2 nymphes de *Culex*; point de larves d'*Anopheles*.
Marais d'Yverdon (435m), de Mathod (450m), gouilles près la Colonie (442m).	4 mai 1901	+15°	+17°	Nombreuses larves et nymphes de *Culex*, point d'*Anopheles*.
Marais près d'Orbe (441m).	18 mai 1901	+15°	—	Nombreuses nymphes et quelques larves de *Culex*, point d'*Anopheles*.
Tourbières du Grand-Marais (443m), vers Orny (472m), gouilles de la plaine vers Orbe (441m).	27 mai 1901	+15° à +20°	+20°	Premières larves d'*Anopheles* et quelques larves de *Culex*.
Gouille du Pré Mobey (441m).	29 mai 1901	+18°	+25°	Une larve d'*Anopheles*.
Eau courante du Nozon (441m).	29 mai 1901	+17°	+25°	Deux jeunes larves d'*Anopheles*.
Fossé parallèle au canal d'Entreroche vers Orny (460m).	30 mai 1901	+22°	—	Plusieurs larves d'*Anopheles* qui donnent le 1er et 2 juin *A. macalipennis*.
Gouilles dont quelques-unes très pauvres en eau près de la Colonie (442m).	2 juin 1901	+22°	+28°	Larves et nymphes de *Culex* et d'*Anopheles* nombreuses. Dans certaines gouilles prédominent les unes, dans d'autres les autres. Elles donnent les 5 et 6 juin *A. maculipennis*.

Endroit	Date	Température Eau	Température Air	Résultat des recherches
Gouilles près de la Colonie (442m).	30 juin 1901	—	—	Il n'y a plus que de rares larves d'*Anopheles* et de *Culex*.
Gouilles et fossés du Grand-Marais de Bavois à Arnex (445m)	4 juill. 1901	+20°	+22°	Nombreuses larves d'*Anopheles* et de *Culex*, grandes et *petites*. Une nymphe.
Fossés au Pré Mothey (441m).	5 juill. 1901	+20°	—	Nombreuses larves et nymphes de *Culex* et d'*Anopheles*.
Gouilles de la Colonie (442m).	6 juill. 1901	+17° à +20°	+22° —	Dans deux gouilles sur six, *Anopheles* et *Culex*.
Gouilles et fossés du Grand-Marais de Bavois à Arnex (445m)	18 juil. 1901	+24°	+32°	Larves d'*Anopheles* peu nombreuses et point de larves de *Culex*.
Idem. (Les gouilles sont presque toutes sèches).	25 juill. 1901	+25°	+23°	Plusieurs petites larves d'*Anopheles* dans l'eau courante.
Fossés du Pré Rattelet (442m).	31 juill. 1901	+14°	+20°	Quelques larves de *Culex* et deux larves d'*Anopheles*.
Gouilles de la Colonie (442m).	23 août 1901	+18°	+22°	Plusieurs larves d'*Anopheles* de toutes les dimensions. Deux larves de *Culex*.
Eau courante du Nozon (445m).	23 août 1901	+15°	+22°	Quelques larves d'*Anopheles*.
Gouilles entre Pré Mothey et la Colonie (441m).	30 août 1901	+18°	+18°	Quelques larves d'*Anopheles* grosses et moyennes. Point de *Culex*.
Gouilles de la Colonie (442m).	7 oct. 1901	+ 6°	+ 8°	Nombreuses larves d'*Anopheles* très petites et moyennes ; nombreuses larves de *Culex*. Elles donnent *A. bifurcatus*.
Fossés entre Mathod et Ependes (440m)	12 oct. 1901	+ 7°	+10°	Nombreuses larves d'*Anopheles* et de *Culex* petites et moyennes.
Marais près d'Orny (469m)	13 oct. 1901	+13°	—	Nombreuses larves de *Culex* et d'*Anopheles* petites et moyennes, et quelques nymphes.
Grande tourbière (447m).	13 oct. 1901	+13°	—	Point de larves ni de *Culex* ni d'*Anopheles*.
Gouilles de la Colonie (442m).	3 nov. 1901	+ 7°	+ 8°	Nombreuses larves d'*Anopheles* et de *Culex* moyennes.

2. *Environs d'Orbe et Jura :*

Dans les environs d'Orbe et dans le Jura avoisinant, on trouve par-ci par-là des marécages et des gouilles. J'ai cru utile d'étendre aussi à ces zones la recherche des *Anopheles*, surtout dans le but d'étudier l'altitude jusqu'à laquelle on peut les trouver.

Voici les résultats de ces recherches :

Endroit	Date	Température Eau	Température Air	Résultat des recherches
Marais de Boven (588m).	6 oct. 1900	+ 7°	—	Deux larves de *Culex* et une d'*Anopheles*.
Idem.	7 avril 1901	—	—	Ni *Culex* ni *Anopheles*.
Idem.	25 mai 1901	—	+22°	Images de *Culex*, mais point de larves ni de *Culex* ni d'*Anopheles*.
Idem.	26 juill. 1901	—	—	Ni *Culex* ni *Anopheles*.
Idem.	5 oct. 1901	—	—	Idem.
Gouille près de l'étang d'Arnex (549m).	9 oct. 1901	+ 7°	—	Larves de *Culex*, mais point d'*Anopheles*.
Fossé à côté de l'étang d'Arnex (555m).	20 avril 1901	+20°	+14°	Larves de *Culex*, mais point d'*Anopheles*.
Etang d'Arnex (555m).	20 avril 1901	—	+14°	Ni *Culex* ni *Anopheles*.
Idem.	8 mai 1901	—	+28°	Ni *Culex* ni *Anopheles*, mais larves très nombreuses de *Libellules*.
Gouille près de l'étang d'Arnex (549m).	8 mai 1901	—	+28°	Une larve d'*Anopheles*.
Etang d'Arnex (555m).	31 août 1901	+12°	+22°	Plusieurs larves d'*Anopheles* grosses et moyennes.
Gouille près de l'étang d'Arnex (549m).	31 août 1901	+12°	+22°	Plusieurs larves d'*Anopheles*.
Gouille à l'Ours, entre Vallorbe et le Pont (973m).	19 mai 1901	+11° à+12°	—	Rares larves et beaucoup de nymples de *Culex*; point de larves d'*Anopheles*; nombreux *Triton alpestris* et nombreuses larves de *Libellules*.

Endroit	Date	Température Eau	Température Air	Résultat des recherches
Lac des Brenets (1006m).	19 mai 1901	+12°	—	Ni *Culex* ni *Anopheles*.
Gouille de Pralioux-dessous (1203m) (Mt-d'Or).	26 mai 1901	—	—	Ni *Culex* ni *Anopheles*.
Marécage de Montcherand (570m).	1er juin 1901	—	+28°	Ni *Culex* ni *Anopheles*.
Idem.	16 août 1901	—	—	Idem.

Les recherches faites à l'Abergement (696 m.), aux Rasses (1183 m.), et à la gouille du Chasseron (1450 m.) ont été négatives au point de vue des *Anopheles*, tandis que dans la première et la deuxième localité j'ai trouvé des *Culex*.

Les recherches sus-exposées démontrent que, dans toute la plaine de l'Orbe, les *Anopheles* (*A. maculipennis* et *A. bifurcatus*), non seulement existent, mais sont très nombreux. Ils existent aussi, mais plus rares, dans les marais au-dessus d'Arnex (555 m.), et dans le marais de Boven (508 m.).

Je n'en ai point rencontré plus haut dans cette partie du Jura que j'ai explorée. Il est très important de noter le fait que, tandis qu'en été de nombreux Culex (*C. pipiens*) montent le soir de la plaine dans les maisons de la ville d'Orbe (491 m.), il ne m'a jamais été possible d'y capturer des *Anopheles*, qui sont au contraire nombreux dans la plaine qu'ils ne semblent pas quitter. Je noterai en passant que les Culex ont commencé à piquer à Orbe le 19 mai de cette année, avec une température d'environ 18°, et ont cessé de piquer au commencement d'octobre avec une température d'environ 8°.

c) Vallée de la Broye et zones voisines

Par rapport à la malaria dans cette zone, Lombard cite l'affirmation du Dr Thurler, qui n'a jamais observé de

malaria le long de la Broye et sur les bords du lac de Morat. Dans la discussion que j'ai citée, à la Société vaudoise de médecine, le 2 mars 1876, le Dr Menthonnex a rapporté avoir soigné à Oron (636 m.), un malade atteint de malaria. Ce malade avait travaillé trois jours sur les bords d'un marais, à la gare de Palézieux (631 m.). M. Menthonnex avait du reste déjà observé plusieurs cas du même genre. M. le Dr Jambé, d'Oron, interpellé par moi, m'a écrit qu'il n'avait jamais observé de cas de malaria dans sa clientèle, et M. le Dr Guex n'en a point eu à Moudon.

Je n'ai pas pu obtenir d'autres renseignements sur la malaria dans cette zone. En tous cas, si elle y a existé, elle y a été peu fréquente et en a maintenant tout à fait disparu. De Palézieux au lac de Morat, cette vallée présente de nombreux fossés à eau stagnante et de petits marécages avec une bonne végétation. Les rives du lac de Morat, vers Faoug, sont aussi marécageuses.

La recherche des *Anopheles* a donné les résultats suivants :

Endroit	Date	Température Eau	Température Air	Résultat des recherches
Fossés près de Palézieux (631m).	7 oct. 1901	+11°	—	Quelques larves d'*Anopheles*.
Marécage près de Bressonnaz (500m).	7 oct. 1901	+11°	—	Quelques larves d'*Anopheles*. Image d'*A. maculipennis* dans la gare.
Fossés de la plaine d'Avenches (440m).	10 oct. 1901	+10°	—	Beaucoup de larves d'*Anopheles* et quelques larves de *Culex*.
Marécages au bord du lac de Morat vers Faoug (437m).	10 oct. 1901	+10°	—	Nombreuses larves d'*Anopheles* et de *Culex*.

Les larves, récoltées dans toute la vallée de la Broye, m'ont donné *A. maculipennis* qui semble par conséquent se trouver en nombre assez considérable dans la zone de Palézieux à Faoug.

d) *Lausanne et environs*. Lombard rapporte que M. de

la Harpe père a observé 11 cas de malaria sur 790 malades soignés à l'Hôpital de Lausanne en 1842 et 13 sur 835 en 1843, ce qui fait environ la quinzième partie du nombre total. Dans la séance du 2 mars 1876, de la Société vaudoise de médecine, M. de la Harpe a affirmé aussi que la malaria était autrefois très fréquente dans les environs de Lausanne, et M. le Dr de Cérenville a dit en avoir soigné lui-même des cas à Cour, au Mont, à Montherond et chez un jeune collégien qui se promenait souvent au bord d'un étang. M. le Dr de Cérenville avait aussi noté des engorgements de la rate qui cédaient à la quinine. Dans la même séance, M. le Dr Joël a rapporté d'avoir noté aussi, entre Rolle et Allaman, des névralgies intermittentes cédant à la quinine.

Ce foyer est aujourd'hui complètement éteint et il est probable que pour un bon nombre des cas soignés à l'Hôpital cantonal, il s'agissait de fièvres intermittentes contractées dans la plaine du Rhône. Dans cette zone on rencontre, surtout sur les bords du lac, des fossés à eau stagnante et de petits marécages offrant les conditions favorables à la vie des Culicidés.

Voici les résultats des recherches pratiquées dans cette zone :

Endroit	Date	Température Eau	Température Air	Résultat des recherches
Mare près du Flon à Vidy (375m).	17 oct. 1900	+ 8°	—	Larves nombreuses de *Culex* et d'*Anopheles*.
Idem.	19 janv. 1901	+0,5° (Couche de glace de 15 cm.)	—	Plusieurs larves d'*Anopheles* et point de larves de *Culex*.
Mare à Vidy (375m).	21 janv. 1901	Idem	—	Plusieurs larves d'*Anopheles*.
Gouille près de la Chamberonne (375m).	3 fév. 1901	+ 1° (Mince couche de glace)	—	Plusieurs larves d'*Anopheles*.
Gouille avec très peu d'eau, beaucoup de vase, près de la Chamberonne (375m).	3 fév. 1901	+ 1°	—	Plusieurs larves d'*Anopheles*.

Endroit	Date	Température Eau	Température Air	Résultat des recherches
Gouille près de la Chamberonne (375m).	10 fév. 1901	—	—	Larves d'*Anopheles* et 2 larves de *Culex*.
Mares près du Flon à Vidy (375m).	27 mars 1901	—	—	Larves de *Culex* petites et nombreuses.
Idem.	1er avril 1901	—	+8,7°	On trouve la 1re nymphe d'*Anopheles*. Les larves prises ici en hiver ont donné des nymphes au laboratoire le 31 mars (10,2°). Le 2 avril, premières éclosions d'*A. bifurcatus* (9,7°).
Lac de Sauvabelin (660m).	16 avril 1901	—	—	Point de larves de *Culex* ni d'*Anopheles*.
Gouilles de Vidy (375m).	5 mai 1901	—	—	Larves d'*Anopheles* rares.
Gouilles des bords du lac (375m).	13 mai 1901	—	—	Larves petites et très nombreuses d'*Anopheles*.
Tourbières et gouilles du Tronchet (660m).	16 mai 1901	+15°	—	Larves assez nombreuses d'*Anopheles* et de *Culex*.
Lac de Bret (670m).	16 mai 1901	+15°	—	Ni *Culex* ni *Anopheles*.
Fossé du jardin de l'Ecole de Chimie, à la Cité (514m).	6 juin 1901	—	+25°	Point de larves d'*Anopheles*; larves de *Culex pipiens*.
Gouille près de Rolle (375m).	5 oct. 1901	—	+15°	Larves d'*Anopheles*.

Les Anopheles donc, sous forme d'*A. maculipennis* et d'*A. bifurcatus*, existent nombreux encore à Lausanne et environs jusqu'à une hauteur de 660 m. Ils sont surtout abondants dans les mares le long du lac, où les larves peuvent passer l'hiver sous une mince couche de glace.

e) *Nyon et environs*. Je dois la connaissance de l'ancien foyer de malaria de Nyon à l'amabilité de M. le Dr Bonnard, médecin de district, qui a bien voulu me donner d'intéressants renseignements. Les foyers de malaria du district de Nyon étaient représentés :

1° Par une vaste dépression de terrain en partie arrosée par la Promenthouse, présentant à côté de terrain cultivé

et aujourd'hui drainé, plusieurs petits marais. Elle est comprise entre les villages de Duillier (462 m.), Gland (419 m.), Vich (460 m.), Coinsins (466 m.), Trélex (512 m.), et on y trouve quinze à vingt maisons foraines dont les habitants, ou du moins quelques-uns, ont été atteints par la malaria. Il n'y a plus eu de cas, du moins tout à fait prouvés, depuis 1870 environ.

2° Par une zone entre la Divonne et Crassier (476 m.), où, dans une maison foraine, M. Bonnard a vu un cas de malaria atténuée guéri par la quinine.

On m'a rapporté que dans le Pays de Gex, à la limite de cette zone, on aurait aussi observé des cas de malaria.

Nous nous trouvons donc en présence, dans le district de Nyon, de deux petits foyers qui ne semblent pas avoir eu une importance bien grande, mais qui sont aujourd'hui complètement éteints.

Voici les résultats des recherches des Anopheles dans cette zone :

Endroit	Date	Température Eau	Température Air	Résultat des recherches
Gouilles entre Nyon et Crassier et entre Nyon et la Promenthouse.	5 oct. 1901	+15°	—	Larves et nymphes de *Culex* et *Anopheles*.

Les nymphes trouvées dans cette zone m'ont donné *A. maculipennis*, qui ne manque donc pas non plus dans les anciens foyers de malaria du district de Nyon.

Le résultat des recherches que je viens d'exposer, sur la présence des Anopheles dans les anciens foyers de malaria du canton de Vaud, démontre donc qu'on rencontre dans tous ces foyers *A. maculipennis* et *A. bifurcatus*, espèces que les recherches actuelles sur la malaria ont démontré être parmi celles qui, dans nos pays, jouent le rôle le plus important dans la transmission de la maladie. On les trouve surtout dans les fossés à eau stagnante et dans les petits marécages, jusqu'à une hauteur de 660 mètres.

Les anciens foyers de malaria du canton de Vaud n'ont donc pas fait exception à la loi, qu'il n'y a point de foyer de paludisme sans qu'on y trouve des *Anopheles*. Mais, tandis que les cas de malaria ont disparu dans le canton de Vaud, les *Anopheles* capables de transmettre la malaria y persistent encore assez nombreux. Un fait analogue a été observé en Angleterre par Nuttall, Cobbett et Strangways-Pigg [1], qui, dans tous les anciens foyers de malaria anglais, maintenant éteints, ont trouvé *A. maculipennis*, *A. bifurcatus* et *A. nigripes*.

Quelles peuvent être les causes de la disparition de la malaria dans le canton de Vaud si l'agent important de la transmission du parasite spécifique se rencontre encore dans tous les anciens foyers ? Ces causes sont certainement multiples ; un rôle important a été certainement joué par les travaux d'assainissement du sol. En effet, par le fait des drainages, des canalisations, des colmatages, de l'utilisation agricole, on a supprimé bon nombre de fossés à eau stagnante et de marécages, et par conséquent diminué le nombre des *Anopheles*, c'est-à-dire des agents de dissémination de la malaria.

On m'a affirmé en outre que par rapport à la plaine du Rhône, on y vit maintenant beaucoup moins dans les marais qu'autrefois. Un troisième facteur, et, pour moi, le plus important, c'est certainement l'application énergique du traitement par la quinine. Ce traitement, promptement appliqué, a contribué énormément à rendre moins fréquentes les sources d'infection représentées par les individus traînant pendant des mois leurs fièvres paludéennes. Les cas ont petit à petit diminué, la malaria s'est atténuée et a fini par disparaître.

Dans ma relation sur les foyers de malaria en Valteline, j'ai noté ce fait d'un foyer en pleine activité en 1892, au-

[1] « Journal of Hygiene », vol. I, 1901, p. 4.

jourd'hui complètement éteint, sans qu'on ait modifié les conditions du sol et le nombre d'*Anopheles*, par le fait du traitement énergique des malades par la quinine.

Diminution donc du nombre des *Anopheles*, par le fait des travaux d'assainissement et surtout application plus énergique du traitement par la quinine, voilà les raisons de la disparition de la malaria du canton de Vaud.

Une question importante serait celle de savoir si ces foyers pourraient se rallumer par l'importation de cas de malaria venant de pays infectés. Pour résoudre cette question, il faudrait démontrer que les *Anopheles* du canton de Vaud sont encore capables de permettre le développement, dans leur appareil digestif, des parasites de la malaria. Cette expérience, que j'avais projetée pour l'été passé, n'a pas pu être faite, pour des causes indépendantes de ma volonté, mais j'espère pouvoir la faire en Italie l'année prochaine.

Il est pourtant important de noter que M. Celli, avec qui je devais faire l'expérience en question, m'écrit en date du 7 novembre :

« Les *Anopheles* des endroits paludéens sans malaria piquent peu l'homme, préfèrent les animaux et, même quand ils sucent du sang rempli de gamètes, s'infectent très peu. »

Quoi qu'il en soit, je suis convaincu, d'après ce que j'ai noté dans mes récentes recherches sur les foyers de malaria en Valteline, qu'on ne pourra jamais avoir une véritable reprise de la malaria dans le canton de Vaud, mais seulement quelques cas isolés.

III. Observations sur la biologie des Anopheles.

Ces quelques observations sur la biologie des *Anopheles* ont été faites, soit par moi, soit par mes collaborateurs, non seulement dans le canton de Vaud, mais en grande

partie en Italie pendant mes recherches sur les foyers de malaria des Alpes.

Elles ont porté : *a)* Sur l'habitat et la vie des *Anopheles* ; *b)* Sur l'action de certains agents physiques sur les *Anopheles* ; *c)* Sur l'action de certains agents chimiques ; *d)* Sur les rapports des *Anopheles* avec quelques espèces animales.

a) *Habitat et vie des Anopheles :* Dans la grande majorité des cas, je n'ai trouvé de larves et de nymphes d'*Anopheles* que dans les eaux stagnantes. Si dans quelques cas j'en ai trouvé dans les eaux courantes, il s'agissait de cours d'eau présentant une riche végétation sur les bords ou au milieu. Au sein de cette végétation, l'eau n'étant douée que d'un très faible mouvement, elle offrait un abri à quelques larves et nymphes d'*Anopheles*. Elles n'y étaient pourtant jamais abondantes.

Par rapport aux eaux stagnantes, j'ai trouvé une grande différence entre elles, au point de vue de l'habitat des *Anopheles*. En effet, j'ai constaté, soit dans le canton de Vaud, soit en Valteline, que dans les eaux stagnantes à grande surface, les larves d'*Anopheles* sont rares et parfois manquent tout à fait, à moins que les eaux ne présentent une riche végétation sur les bords. Ainsi, je n'en ai point trouvé dans de grands marécages de la Valteline et dans les grandes tourbières de la plaine de l'Orbe, tandis qu'elles étaient nombreuses dans de petites gouilles, dans le voisinage de celles-ci. La raison de ce fait doit être probablement cherchée en ce que les grandes surfaces d'eau sont souvent agitées par les vents et par conséquent offrent un abri peu favorable aux *Anopheles* qui aiment les eaux tranquilles. Ce même fait a été noté par Perrone, dans l'Italie du Sud [1]. Au contraire, les petites mares, les petits fossés, surtout à végétation d'algues et de roseaux, m'ont semblé

[1] *Annali d'Igiene sperimentale*, 1901, p. 1.

être les endroits préférés par les larves et les nymphes d'*Anopheles*. Dans la plaine de l'Orbe comme à Vidy, j'en ai trouvé dans de toutes petites gouilles, où la vase était presque plus abondantes que l'eau et en Valteline j'en ai rencontré même dans de l'eau de pluie restée dans des fentes de rocher et où il y avait un peu de végétation d'algues vertes. La végétation abondante de Lemnas, couvrant tout à fait les eaux stagnantes, m'a semblé défavorable à la vie des larves et des nymphes d'*Anopheles*, fait noté aussi par M. Sambon[1]. Les tourbières, quand elles ne sont pas transformées en de véritables lacs par le fait de l'exploitation, abritent souvent des larves et des nymphes en grand nombre.

Je n'ai jamais trouvé de larves et de nymphes d'*Anopheles* dans les mares contenant du purin. Dans un endroit d'Italie, où dans de grands fossés à purin, on pêchait par centaines les larves de *Culex*, il n'y avait pas une seule larve d'*Anopheles* qui, au contraire, abondaient dans les marécages voisins.

Quand les fossés étaient dans les conditions favorables sus-indiquées, j'ai trouvé des larves d'*Anopheles* jusqu'à 1145 m. d'altitude, en Valteline, et jusqu'à 670 m., dans le canton de Vaud. Mais je n'en ai jamais rencontré dans les lacs des Alpes, tandis que j'y ai trouvé des *Culex* jusqu'à 2300 m. en Valteline.

J'ai noté que tandis que dans les zones paludéennes, on est souvent attaqué pendant le jour, dans les bois, par les images de *Culex*, on ne l'est pas par celles d'*Anopheles*.

Du moins il ne m'a jamais été possible d'en prendre sur moi-même dans ces conditions, tandis que j'ai capturé de nombreux *Culex*.

Dans les zones que j'ai visitées, les *Anopheles* volaient moins souvent que les *Culex* pendant le jour dans les bois.

[1] « Brit. med. Journal » 1901 p. 195.

Par rapport à la plaine de l'Orbe, j'ai en outre noté que, tandis que les *Culex* montent en quantité dans la ville, placée environ 50 mètres au-dessus de la plaine, les *Anopheles* n'y montent pas et semblent donc, en cet endroit, s'élever beaucoup moins que les *Culex*.

Creagh[1] avait affirmé que les *Anopheles* qui viennent d'éclore ne piquent pas l'homme avant 6-8 jours. Au moins en ce qui concerne les jeunes *A. maculipennis*, je dois confirmer l'observation de Gray, Nuttall et Shipley[2] qu'ils piquent déjà après 24 heures. Il n'est pourtant pas toujours possible de les faire piquer même s'ils sont à jeun; souvent ils s'y refusent, même en les portant sur plusieurs personnes.

b) *Action de quelques agents physiques sur les Anopheles :* les larves d'*Anopheles bifurcatus*, comme je l'ai démontré avec M. Narbel dans un autre travail[3], supportent les grands froids. En effet, nous avons trouvé ces larves à Vidy l'hiver de 1900-1901, dans l'eau ayant une température de 0,5°, sous une couche de glace. Les températures de l'air étaient les suivantes :

	Moyenne.	Minimum.	Maximum.
Janvier . .	— 0,5	— 12,8	+ 7,1
Février . .	— 2,84	— 14,6	+ 1,4
Mars . . .	+ 2,73	— 6,7	+ 5,2

La première nymphe apparaissait le 1er avril avec une température de 8,7° et la première image le 2 avril avec une température de 9,7°. Mais la première génération d'*Anopheles* au printemps semble retarder, dans le canton de Vaud, sur celle des *Culex*, peut-être par le fait que les *Anopheles* adultes hibernent moins que les images de *Cu-*

[1] « Brit. med. Journal », 1899, p. 1062.
[2] « Journal of Hygiene », 1901, I, p. 451.
[3] « Centralblatt für Bakteriologie », XXIX, 1901, p. 898.

lex, qui pénètrent plus souvent dans les maisons. En effet, tandis que pendant le mois d'avril on trouve de très nombreuses générations de jeunes larves de *Culex* dans les marais de l'Orbe, celles d'*Anopheles* y apparaissent seulement au mois de mai.

J'ai fait quelques recherches pour déterminer la résistance des larves d'*Anopheles* à la dessication. M. Celli [1] a constaté que sur terre sèche les larves résistent 30'. Dans mes recherches, j'ai trouvé une résistance allant jusqu'à une heure, tandis que celles de *Culex* résistent jusqu'à une heure et demie.

c) *Action de quelques agents chimiques sur les Anopheles :* J'ai toujours constaté le fait bien connu que les larves d'*Anopheles* réclament beaucoup d'air, surtout en été; si les éprouvettes sont fermées, les larves succombent facilement. Les nymphes, au contraire, sont très résistantes et on peut les transporter même, en plein été, dans des flacons bouchés. La résistance est encore plus grande pour les larves et les nymphes de *Culex*. J'ai porté des nymphes de *Culex*, renfermées dans des éprouvettes, pendant deux jours dans des ascensions de haute montagne et elles ont continué à vivre et à se développer.

J'ai fait des essais sur les images et sur les larves d'Anopheles avec la formaline. Sous une cloche de 700 cm^3, j'ai placé 23 *Culex pipiens* et *Anopheles maculipennis* avec 2 cm^3 de formaline (40 %). Après dix minutes, tous étaient morts, chose qui correspond aux expériences faites par M. Celli avec l'appareil de Trillat.

Des larves d'*Anopheles* (*A. maculipennis*) ont été placées dans des solutions de formaline de différentes concentrations.

1 *La malaria secondo le nuove ricerche*, 2e édit. Roma, 1900.

Voici les résultats :

Solution.	Maximum de la durée de vie.
0,5 %	1 h.
1 %	37′
2 %	28′
3 %	24′
4 %	23′
5 %	23′
6 %	19′
7 %	18′
8 %	17′
9 %	15′
10 %	15′
11 %	15′
Formaline pure (40 %)	4′

M. Celli, qui a expérimenté avec des larves de *Culex*, dit les avoir vu vivre dans la formaline 40 % jusqu'à 8 heures. Mes recherches sur les larves d'*Anopheles* donnent des résultats bien différents et même les larves de *Culex* placées dans la solution 40 % sont mortes, dans mon expérience, en 12 minutes. La formaline donc a une action assez active sur les larves des culicidées et je suppose que dans les observations de M. Celli une erreur s'est glissée.

J'ai pratiqué d'autres recherches avec le sel qui est employé en Italie pour le bétail [1] :

[1] Ce sel présente la composition suivante :

Bases.		Acides.	
Na	= beaucoup.	HCl	= beaucoup.
K	= peu.	H^2SO^4	= peu.
Ca	= peu.	HNO^2	= peu.
Mg	= peu.		
Fe^2O^3	= passablement.		

beaucoup de débris d'absinthe.

Solution.	Durée de la vie.
0,5 %	Vivent très bien.
1 %	» »
2 %	3 h.
5 %	1 h. 10
15 %	30′
20 %	22′
25 %	14′
30 %	14′
40 %	14′
50 %	3′

Le sel donc agit assez énergiquement sur les larves d'*Anopheles*, chose observée aussi par M. Celli pour le sel ordinaire et l'eau de mer. Les larves qui avaient résisté dans la solution 0,5 % et 1 %, transportées dans des solutions 2 %, ont continué à y vivre pendant quelques jours.

Les larves d'*Anopheles* (*A. maculipennis*) placées dans une solution saturée de fluorescine, y ont vécu très bien pendant 8 ½ heures et ne sont mortes que par le fait d'une enveloppe de fluorescine autour de leur corps, enveloppe qui les a empêchés de respirer. La fluorescine n'aurait donc point de valeur pour la destruction des *Anopheles*.

M. Celli a vérifié que, dans certaines parties d'Italie, les larves d'*Anopheles* ne se développent pas dans les fossés qui servent au rouissage du chanvre. Je n'ai pas constaté ce fait en Valteline, où j'ai trouvé des larves d'*Anopheles* dans des fossés servant à cet usage. En outre, j'ai placé des larves d'*Anopheles maculipennis* dans de fortes macérations de chanvre de la Valteline et je les ai vues s'y développer, donnant l'image, tandis que M. Celli les avait vues mourir en 36 à 48 heures. Je me suis alors demandé s'il pouvait y avoir peut-être des différences de toxicité entre le

chanvre du sud et celui du nord. Ne disposant pas de chanvre du sud de l'Italie, j'ai fait quelques recherches avec des macérations de *Canabis indica*. Dans celles-ci, j'ai constaté que les larves d'*Anopheles* succombent réellement en 48 heures. Cette question mérite donc d'être reprise dans les différents pays, vu sa grande importance au point de vue de la prophylaxie de la malaria.

d) *Rapport des Anopheles avec quelques espèces animales :* Tandis que les larves d'*Anopheles* ne se dévorent pas entre elles, et se limitent à manger parfois des larves d'*Anopheles* déjà mortes, on note au contraire que les grosses larves de *Culex* tuent parfois et dévorent les larves d'*Anopheles*. Ceci n'empêche pas de trouver le plus souvent associées dans les mêmes eaux stagnantes, de nombreuses larves d'un genre et de l'autre.

Lorsqu'on place dans une petite éprouvette des larves de *Phryganes* avec des larves d'*Anopheles*, on voit les premières dévorer un grand nombre de celles-ci ; mais dans les fossés ce fait ne se vérifie pas, comme il ne se vérifie pas dans un grand bocal. Ceci par le fait que les larves de *Phryganes* restant toujours au fond des fossés ou des grands bocaux, ne peuvent pas s'emparer des larves d'*Anopheles* qui nagent très vite et se portent toujours à la surface de l'eau. Par conséquent, dans les conditions naturelles, les larves de *Phryganes* ne jouent aucun rôle dans la destruction des *Anopheles*.

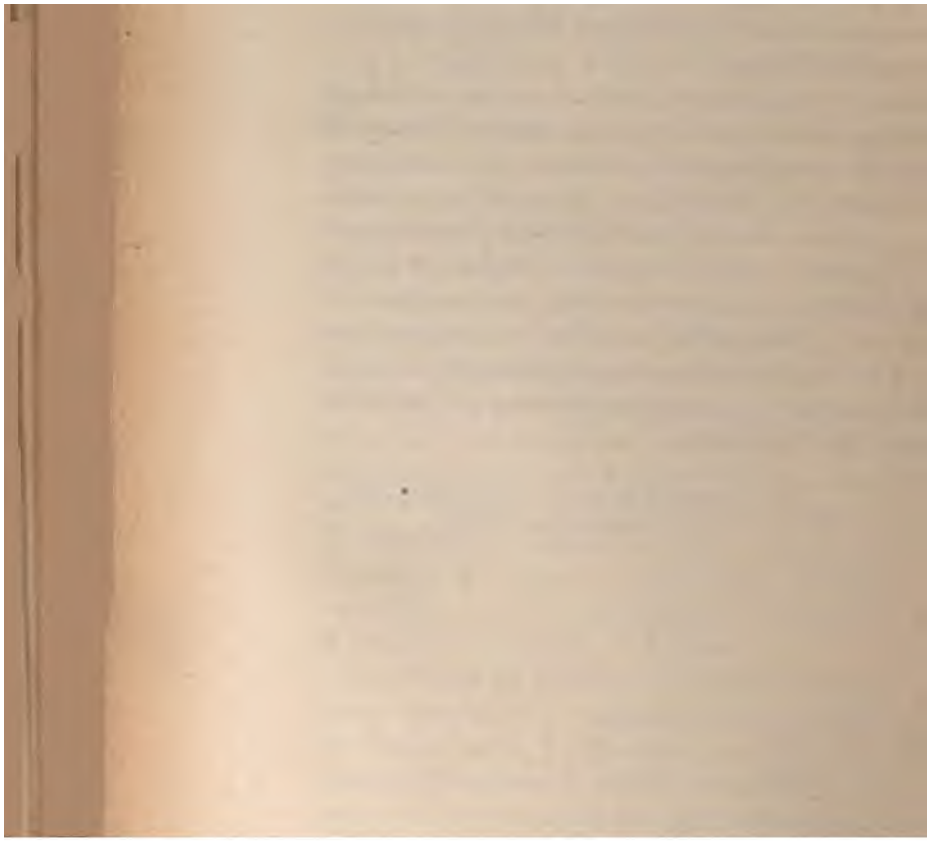
Les larves de libellules détruisent un bon nombre de larves d'*Anopheles*, soit dans les éprouvettes, soit dans les fossés. Là où les premières sont très abondantes, les larves d'*Anopheles* le sont souvent très peu. Il me semble pourtant que les larves des différentes espèces de libellules ne jouent pas toutes ce rôle de destruction.

Un rôle très important dans la destruction des larves et des nymphes d'*Anopheles* me semble joué par *Triton cristatus* et *Triton alpestris*. Si on place un de ces Tri-

tons dans un bocal avec des larves d'*Anopheles* et de *Culex*, on le voit détruire dans la journée quelques centaines de larves et de nymphes. Il les attrape surtout dès qu'elles se placent à la surface de l'eau pour respirer. Dans des fossés des Alpes de la Valteline, où *Triton alpestris* était extrêmement nombreux, je n'ai pas trouvé une seule larve ou nymphe de *Culex*, tandis que celles-ci étaient très nombreuses dans un petit lac voisin où ne se trouvaient pas de Tritons.

Pour résumer ces quelques observations sur la biologie des *Anopheles*, faites en Valteline et dans le Canton de Vaud, et que je me propose de continuer et de compléter, on peut dire que les *Anopheles* se montrent dans toutes les eaux stagnantes, même quand elles sont couvertes par une couche de glace, jusqu'à 1149 m. (Valteline) et 670 m. (Canton de Vaud) ; que le mouvement, les souillures de purin, leur sont défavorables ; qu'elles ne résistent pas longtemps à la dessication, ou aux solutions de sel et de formaline, et qu'elles sont souvent détruites par les larves de libellules et par les Tritons.

Laboratoire d'Hygiène et de Parasitologie
de l'Université de Lausanne.



PROCÈS-VERBAUX

SÉANCE DU 24 OCTOBRE 1900

Présidence de M. Paul Jaccard, président.

Le procès-verbal de la précédente séance est lu et adopté.

Il est donné lecture de la lettre de candidature de M. *Alfred Métraux*, étudiant en médecine, présenté par MM. Paul Jaccard et Constant Dutoit.

Sur la proposition du Comité, l'assemblée décide d'exposer à l'Exposition cantonale qui aura lieu à Vevey en 1901 :

1° Les Bulletins de la Société.

2° Une notice rappelant la marche de la Société et les principaux travaux publiés dans notre Bulletin.

3° Des travaux personnels.

4° L'assemblée décide, en outre, d'organiser si possible des conférences scientifiques populaires pendant la durée de l'Exposition.

Cette dernière proposition est renvoyée au Comité pour étude.

M. *Maurice Lugeon* dépose sur le bureau son travail sur la *Dislocation des Bauges*, travail paru dans le Bulletin de la Société géologique de France.

M. *F.-A. Forel* remet à la Bibliothèque de la Société son ouvrage intitulé : *Handbuch der Seenkunde ; Allgemeine Limnologie ;* Stuttgart 1901.

M. *Henri Dufour* exprime le vœu que le Comité de la Société vaudoise des sciences naturelles fasse des démarches auprès de la Société de médecine, afin d'obtenir de M. le Dr A. Yersin, actuellement à Morges, une causerie d'une heure sur ses récents travaux.

Communications scientifiques.

M. F.-A. Forel fait une communication sur le *glacier du Rhône.*

En même temps que le glacier du Rhône, en décrue depuis 1856, se

raccourcit chaque année davantage, la cataracte de glace de 450 m. de hauteur, qui fait cascade entre le Belvédère et la Saas, s'incline de plus en plus ; la surface de la nappe de glace a actuellement une pente moyenne d'environ 50 °/₀ ; les escaliers, aiguilles et pyramides, de plus en plus abrupts, sont plus beaux que jamais. Mais à mesure que la pente superficielle augmente, l'épaisseur de la lame de glace diminue, et l'on voit déjà des signes de rupture qui, s'ils s'aggravent encore, font présager une désagrégation de cette splendide cataracte.

Dans l'été de l'an 1900, nous avons à noter les événements suivants :

Le 21 juillet, ouverture d'une fenêtre au tiers de droite de la cataracte, aux deux tiers de sa hauteur. Cette rupture de la glace, probablement due à l'effondrement d'une voûte sur le trajet du torrent sous-glaciaire, a été accompagnée de perturbations violentes dans le cours de ce torrent. Il a d'abord tari presque entièrement, puis ses eaux, en quantité redoublée, se sont précipitées en crue de débordement, charriant des blocs de glace sur la plaine de Gletsch, jusqu'au delà du pont de l'hôtel.

Pendant une quinzaine de jours, le torrent sous-glaciaire apparaissait à travers la fenêtre, cascadant sur les rochers de la muraille de fond. Au commencement d'août, le torrent se chercha un autre cours, et la paroi rocheuse du fond de la fenêtre se montra à sec.

Le 25 août, à 8 h. du soir, une grosse avalanche de glace emporta toute la bande qui séparait la fenêtre de la rive droite de la cataracte, tellement que ce qui était un trou s'est transformé en une échancrure. Celle-ci mesure, d'après M. l'ingénieur L. Held, qui a assisté à la chute de l'avalanche, 100 m. de longueur, 130 m. de largeur ; la glace avait une épaisseur moyenne de 4 m. L'échancrure ayant une forme triangulaire, l'avalanche représente un volume de 25 à 30 000 m³ ; elle est descendue le long du flanc droit de la cataracte jusque sur la plaine de Gletsch, où elle a étalé ses blocs arrondis, dont les plus gros mesuraient jusqu'à 20 m³.

D'après une note du surveillant du glacier, Félix im Ahorn, d'Oberwald, communiquée par M. Held, il n'y a pas eu depuis le 25 août de nouveaux éboulements de glace qui aient modifié notablement le relief de la cataracte ; les débris de l'avalanche du 25 août disparaissent par fusion et par évaporation.

L'étude que nous avons faite sur place à la fin d'août nous amène entre autres aux conclusions suivantes :

a) La couche de glace de la cataracte mesure à peine 5 ou 10 mètres d'épaisseur, dans les parties qui se sont déchirées cette année.

b) Le glacier érode bien peu activement les rochers de granit sur lesquels il descend en cataracte ; cette paroi rocheuse est depuis l'époque glaciaire, sans interruption, le lit d'un torrent de glace qui s'y écoule avec la vitesse exceptionnelle d'au moins 250 m. par an (sur l'axe de la cataracte). C'est à peine si le rocher a été échancré ; sa paroi est à peine en retrait sur les talus latéraux de la vallée qui sont à découvert sur les deux rives de la cataracte.

c) Le torrent glaciaire se déplace facilement sous la cataracte ; il n'y a pas là de thalweg ou de gorge d'érosion torrentielle profondément incisée.

M. Forel fait circuler les photographies de la cataracte du glacier du Tour, levées de 1888 à 1898 par M. J. Tairraz, de Chamonix. L'on y voit des faits analogues à ceux du glacier du Rhône.

M. **Paul Jaccard** parle d'une nouvelle méthode pour déterminer la distribution de la flore alpine.

M. **Henri Dufour** signale un cas de *durée exceptionnelle d'un hygromètre en sapin*. Il s'agit d'un de ces appareils primitifs qu'on trouvait autrefois assez souvent à la campagne et qui consiste en un fragment de branche ou de tronc de jeune sapin auquel on a laissé une branche latérale. Les variations de l'état hygrométrique de l'air se traduisent par du déplacement angulaire du rameau par rapport au tronc. Un instrument de cette espèce avait été construit en 1837 par un jeune garçon qui l'avait fixé sur une armoire dans la maison paternelle. Cet instrument fonctionne encore aujourd'hui pour le plus grand plaisir de son propriétaire, M. H. Mercanton, à Cully. Cette conservation des propriétés hygrométriques du bois pendant tant d'années est le fait à signaler ; il corrobore l'opinion du regretté prof. R. Wolf, de Zurich, qui estimait que ces modestes appareils pouvaient rendre des services.

M. Henri Dufour signale une *observation électrique intéressante faite dans le tunnel du Simplon* et communiquée par les ingénieurs et ouvriers à notre collègue M. H. Schardt. Pendant un fort orage qui avait éclaté au-dessus de Brigue, des ouvriers occupés aux travaux de la galerie d'avancement, ainsi que ceux occupés au montage d'une conduite de ventilation, ont ressenti des secousses électriques à chaque contact avec les conduites d'air et avec celles d'eau. En touchant à la

Voici les résultats :

Solution.	Maximum de la durée de vie.
0,5 %	1 h.
1 %	37′
2 %	28′
3 %	24′
4 %	23′
5 %	23′
6 %	19′
7 %	18′
8 %	17′
9 %	15′
10 %	15′
11 %	15′
Formaline pure (40 %)	4′

M. Celli, qui a expérimenté avec des larves de *Culex*, dit les avoir vu vivre dans la formaline 40 % jusqu'à 8 heures. Mes recherches sur les larves d'*Anopheles* donnent des résultats bien différents et même les larves de *Culex* placées dans la solution 40 % sont mortes, dans mon expérience, en 12 minutes. La formaline donc a une action assez active sur les larves des culicidées et je suppose que dans les observations de M. Celli une erreur s'est glissée.

J'ai pratiqué d'autres recherches avec le sel qui est employé en Italie pour le bétail [1] :

[1] Ce sel présente la composition suivante :

Bases.		Acides.	
Na	= beaucoup.	HCl	= beaucoup.
K	= peu.	H^2SO^4	= peu.
Ca	= peu.	HNO^2	= peu.
Mg	= peu.		
Fe^2O^3	= passablement.		

beaucoup de débris d'absinthe.

Solution.	Durée de la vie.
0,5 %	Vivent très bien.
1 %	» »
2 %	3 h.
5 %	1 h. 10
15 %	30′
20 %	22′
25 %	14′
30 %	14′
40 %	14′
50 %	3′

Le sel donc agit assez énergiquement sur les larves d'*Anopheles*, chose observée aussi par M. Celli pour le sel ordinaire et l'eau de mer. Les larves qui avaient résisté dans la solution 0,5 % et 1 %, transportées dans des solutions 2 %, ont continué à y vivre pendant quelques jours.

Les larves d'*Anopheles* (*A. maculipennis*) placées dans une solution saturée de fluorescine, y ont vécu très bien pendant 8 ½ heures et ne sont mortes que par le fait d'une enveloppe de fluorescine autour de leur corps, enveloppe qui les a empêchés de respirer. La fluorescine n'aurait donc point de valeur pour la destruction des *Anopheles*.

M. Celli a vérifié que, dans certaines parties d'Italie, les larves d'*Anopheles* ne se développent pas dans les fossés qui servent au rouissage du chanvre. Je n'ai pas constaté ce fait en Valteline, où j'ai trouvé des larves d'*Anopheles* dans des fossés servant à cet usage. En outre, j'ai placé des larves d'*Anopheles maculipennis* dans de fortes macérations de chanvre de la Valteline et je les ai vues s'y développer, donnant l'image, tandis que M. Celli les avait vues mourir en 36 à 48 heures. Je me suis alors demandé s'il pouvait y avoir peut-être des différences de toxicité entre le

l'Institut de France le grade de lauréat d'académie. M. Lugeon, en quelques aimables paroles, dit que si cet honneur lui a été décerné, c'est grâce à la stimulation des membres de la Société des sciences naturelles et de MM. Renevier et F.-A. Forel en particulier.

Communications scientifiques.

M. B. Galli-Valerio traite de l'*Etat actuel de nos connaissances sur la Malaria*. Il expose l'importance de cette maladie au point de vue social. M. B. Galli-Valerio parle de la distribution géographique de cette maladie, s'arrêtant sur les anciens foyers de la Suisse. Il donne ensuite la description des haemosporidies des batraciens, des reptiles, des oiseaux et des mammifères, s'arrêtant surtout sur celles de l'homme. Ensuite il parle des maladies telles que le filarion, la fièvre jaune, la fièvre de Tenon, de Noganon, qui ont indiqué le chemin à suivre pour découvrir l'agent de dissémination des haemosporidies de la malaria. Il expose les découvertes de Ross, Grani, Celli, etc., sur le rôle des moustiques dans la transmission de la malaria ; il donne la description des *Culex* et des *Anopheles* et de leur distribution surtout dans les Alpes et dans le canton de Vaud. Il cite les expériences faites pour démontrer le rôle important des moustiques ; parle des causes principales pour exposer enfin les mesures prophylactiques basées sur les connaissances actuelles.

Une lampe à formaline pour le traitement de la loque des abeilles. A la suite d'expériences de laboratoire, M. B. Galli-Valerio a eu l'idée de traiter la loque des abeilles par la formaline. Sur son conseil, ce traitement a été appliqué dans l'apiculture pratique par M. Salomon Gross, et les succès obtenus ont valu à ce dernier la médaille d'or de la Société d'agriculture de France. M. Galli-Valerio présente une lampe à formaline, construite sur ses indications, par M. Pilet, mécanicien de l'École de Chimie de Lausanne, et qui se prête fort bien au dit traitement.

M. le Dr **R.-A. Reiss** projette divers spécimens d'écriture obtenus dans les diverses phases du traitement de quelques maladies nerveuses.

M. **Paul Jaccard** présente, au nom de M. **C. Bührer**, un résumé d'un travail de ce dernier sur le climat de la Savoie. *(Voir aux Mémoires.)*

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE DU 19 DÉCEMBRE 1900.

Présidence de M. Paul JACCARD, président.

Le procès-verbal de la dernière séance est lu et adopté.

M. Paul Jaccard donne lecture de son rapport présidentiel, lequel est vivement applaudi. *(Voir aux Mémoires.)*

Election du Comité pour 1901.

M. *Maurice Lugeon* est élu président et M. *Pelet* fils vice-président.

En remplacement de M. Paul Jaccard, président, qui sort du Comité, les noms de MM. C. Dusserre et Constant Dutoit sont proposés. M. Dusserre se désistant, M. *Constant Dutoit* est élu membre du Comité.

Election des commissaires-vérificateurs.

M. *Eug. Delessert* est réélu. MM. *Borgeaud* et *Amann* sont élus commissaires-vérificateurs en remplacement de MM. S. Bieler et Rosselet, qui déclinent une nouvelle réélection.

Budget.

Le projet de budget présenté par le Comité est adopté. Le *statu quo* est maintenu en ce qui concerne la cotisation annuelle et la finance d'entrée.

M. le Président souhaite la bienvenue à M. le chanoine Besse, président de la Société des sciences naturelles du Valais, qui assiste à la séance.

Communications scientifiques.

M. **Théodore Biéler** fait une communication sur le *Modelé glaciaire* et le *Paysage drumlinique* de la plaine vaudoise. *(Voir aux Mémoires.)*

M. **A. van Muyden,** ingénieur, parle du *Régime du Léman* et de ses affluents. *(Voir aux Mémoires.)*

M. **G. Rey,** professeur à Vevey, communique le résultat de l'analyse d'*un pétrole pour les cheveux* qu'il a été chargé d'examiner.

Le liquide, de provenance française, portant sur l'étiquette les attestations les plus flatteuses de la Faculté, est une simple dissolution à 3 % de sel de cuisine, colorée en jaune par du méthylorange, parfu-

mée avec une huile essentielle et quelques gouttes, mais bien peu, de pétrole.

SÉANCE DU 9 JANVIER 1901.

Présidence de M. Maurice Lugeon, président.

Le procès-verbal de la dernière séance est lu et adopté.

M. *le Président* annonce les démissions de MM. *Bersier*, *Wellauer*, *Gaeissaz*, *Gilliéron*, ainsi que la mort de M. *Baer-Monnet*, à Vevey.

M. *Ernest Jaccard*, professeur à Aubonne, est proclamé membre de la Société.

Il est donné lecture de la lettre de candidature de M. le *Dr Arthur Bonard*, assistant de minéralogie à l'Université de Lausanne, présenté par MM. les professeurs H. Golliez et Maurice Lugeon.

Communications scientifiques.

M. F.-A. Forel a fait dans l'année 1900 *quatre séries de sondages thermométriques* devant Ouchy. Ils ont donné les chiffres suivants :

Profondeur mètres.	12 mars.	7 mai.	16 août.	14 novembre.
0	6,9°	13,8°	19,1°	11,6°
5	6,2	11,0	17,6	—
10	6,1	8,0	16,8	—
15	6,0	7,1	12,6	—
20	5,9	6,7	9,8	11,6
30	5,9	6,5	8,1	8,8
40	5,9	6,3	6,9	7,5
60	5,8	6,0	6,2	6,5
80	5,8	5,8	5,9	6,1
100	5,8	5,8	5,8	6,0
150	5,8	5,8	5,8	5,8
280	5,8	5,3	5,5	5,4
305	5,1	5,2	5,3	5,3

Outre les faits généraux déjà connus de la thermique lacustre, M. Forel signale dans ces séries :

1° La pénétration de la chaleur estivale, qui, tandis que la grande masse du lac restait à 5,8°, est constatable jusqu'à 40 m. de profondeur en mars, à 60 m. en mai, à 80 m. en août, à 100 m. en novembre.

2° L'existence d'une nappe d'eau très froide dans les grandes profondeurs, nappe qui s'est relevée de 5,1° à 5,3° dans le courant de l'été ; qui a été reconnaissable dans la couche de 305 m. pendant tout l'été, et dans la couche de 280 m. dans les mesures de mai à novembre. Cette nappe d'eau froide provient des eaux littorales surrefroidies pendant l'hiver, et qui, par suite de leur plus grande densité, se sont écoulées le long des talus du lac jusqu'au fond de la cuvette.

M. **Théodore Bieler** parle de ses observations sur les terrains quaternaires des environs de Lausanne. *(Voir aux mémoires.)*

M. **Maurice Lugeon** annonce que dans un élargissement de la tranchée du chemin de fer à l'entrée nord du tunnel de Chexbres, une surface de mollasse a été mise à jour. On y voit des *stries glaciaires* très nettes, dirigées sensiblement sud-nord, indiquant l'incurvation de la marche du glacier du Rhône dans la direction de la Broye. Cette orientation est sensiblement celle des collines glaciaires (Drummling) des environs du lac de Bret.

M. Maurice Lugeon fait une communication sur *les vallées transversales des Alpes* en résumant la première partie d'un manuscrit envoyé en concours à l'Académie des Sciences de Paris et couronné par elle du prix de géographie physique (fondation Gay 1900). M. Lugeon démontre que les vallées transversales de sortie des Alpes occidentales correspondent avec des inflexions synclinales transverses, dans toutes les vallées subalpines de Grenoble à l'Arve. C'est le cas du moins dans les vallées creusées dans des régimes de plis simples et réguliers. Dans les nappes de charriage, qui n'ont pas subi de plissements intenses postérieurs à leur déplacement, ou dans les grands plis couchés, les vallées ont une position quelconque (Arve, Drance supérieure, Rhône, entre St-Maurice et Martigny). Elles doivent leur emplacement à des conditions spéciales de la surface structurale non révélées par la structure des couches. Quelques cas (Semnoz, Montagne du Gros Faoug) ne peuvent être expliqués que par la théorie de l'antécédence.

Un résumé du manuscrit de l'auteur est en impression dans les *Annales de géographie*.

SÉANCE DU 23 JANVIER 1901.

Présidence de M. Maurice Lugeon, président.

Le procès-verbal de la précédente séance est lu et adopté.

Il est donné connaissance des démissions de MM. *Taltichet*, journaliste, et *Olivier-de Speyr*.

M. le *Dr Arthur Bonard* est proclamé membre de la Société.

M. *le Président* annonce la nomination de M. *Louis Meylan*, professeur à l'Ecole industrielle, en qualité de bibliothécaire-archiviste de la Société, pour remplacer M. Henri Lador, démissionnaire.

Communications scientifiques.

M. **Constant Dutoit** présente une étude sur le spectre infra-rouge des dissolutions de iode. *(Voir aux mémoires.)*

MM. **C. Bührer** et **Henri Dufour.** Observations actinométriques.

Les mesures actinométriques ont été faites à Clarens et à Lausanne en 1900 comme les années précédentes et avec les mêmes instruments; elles sont donc comparables; c'est pour cela qu'il y a quelque intérêt à mettre en parallèle les résultats des cinq années d'observations faites jusqu'ici. Le tableau indique pour chaque mois la valeur et l'intensité du rayonnement solaire observé à Clarens et à Lausanne, entre 12 h. et 1 h. toutes les fois que les circonstances l'ont permis. Chaque chiffre est la moyenne de plusieurs observations faites à des dates différentes du même mois. La dernière colonne donne la moyenne mensuelle déduite des cinq années 1896-1900; l'instrument employé est l'actinomètre de M. Crova.

Mois.	1896.	1897.	1898.	1899.	1900.	Moyenne des cinq ans.
Janvier	0,790	0,815	0,740	0,79	0,79	0,79
Février	0,786	0,875	0,865	0,87	0,82	0,84
Mars	*0,886*	0,920	0,870	0,89	*0,90*	0,89
Avril	0,882	*0,960*	*0,940*	*0,93*	0,87	*0,91*
Mai	0,870	0,890	0,890	0,92	0,78	0,84
Juin	0,853	0,850	0,900	0,81	0,82	0,85
Juillet	0,854	0,860	*0,920*	0,81	0,87	0,86
Août	0,870	*0,940*	0,860	0,84	*0,91*	*0,88*
Septembre	0,867	0,910	0,840	0,85	0,84	0,86
Octobre	*0,885*	0,840	0,830	*0,89*	0,88	0,87
Novembre	0,882	0,780	0,760	0,83	0,82	0,81
Décembre	0,803	0,790	0,820	—	0,72	0,78
Année	0,852	0,869	0,860	0,850	0,835	0,848

On constate chaque année deux maxima : l'un au printemps, tombe en *mars* ou *avril ;* l'autre, plus variable de date, oscille entre *août* et *octobre*. D'après les cinq années d'observations, ces deux maxima seraient en moyenne en *avril* et en *août*. Le minimum d'intensité du rayonnement solaire est naturellement en décembre quand la couche d'air traversée est la plus épaisse. En outre, on voit que mai a une faible insolation qui ne dépasse pas celle de février. Il résulte de ces observations que dans nos régions l'insolation ne dépasse que rarement 0 cal. 85 (c. g. d.) par minute et par centimètre carré lorsque la couche d'air traversée est la plus faible possible. La transparence actinique de l'air au printemps se constate au bord du Léman comme à Montpellier et en Russie.

On a observé quelquefois plus de 1 calorie gr. degré. Ainsi en 1897, en avril, 1.03 ; en 1898, en juillet, 1.12 ; en 1899, en octobre, 1.10, et en 1900, en août, 1.02. Ces chiffres sont rares en plaine. Aux Rochers de Naye, à 2000 m. d'altitude, on a noté une fois, en janvier, 1 cal. 26.

Pendant l'année 1900, le nombre des heures de soleil s'est élevé à Lausanne à 1784 h. 5 ; ce chiffre est notablement inférieur à la moyenne des dix années 1886 à 1895 qui est de 1931 h. 3.

M. **Amstein** présente une étude sur une certaine espèce de *courbes d'égale longueur*. Le problème dont il s'occupe est le suivant : Etant donnée une fonction monogène, quelle est la courbe dont la longueur de chacun de ses éléments n'est pas modifiée par la représentation conforme attachée à cette fonction ? Ce problème est de ceux qu'on rencontre naturellement sur son chemin dès que l'on aborde l'étude des représentations conformes. M. Amstein parcourt rapidement les représentations conformes les plus élémentaires en signalant, dans chaque cas particulier, les courbes d'égale longueur. Il indique, entre autres, le moyen de trouver une infinité de courbes ayant la même longueur que la lemniscate, longueur donnée, comme on sait, par une intégrale elliptique. *(Voir aux mémoires.)*

M. **F. Santschi** fait une communication sur les parasites des sièges des cabinets d'aisance. *(Voir aux mémoires.)*

SÉANCE DU 6 FÉVRIER 1901

Présidence de M. Maurice Lugeon, président.

Le procès-verbal de la précédente séance est lu et adopté.

Il est donné lecture de la lettre de candidature de M. *Arnold Porrel*, pasteur à Baulmes.

Communications scientifiques.

M. **Jean Dufour**, directeur de la station viticole, parle des *tirs contre la grêle*. Il fait tout d'abord l'historique de la question, rappelant entre autres les expériences tentées en Amérique, pour provoquer des pluies artificielles, et les premiers essais de tir contre les orages qui furent pratiqués déjà anciennement, en Autriche, en Beaujolais et ailleurs encore. La question prit toutefois un essor nouveau dès 1896, grâce à l'initiative couronnée de succès de M. Stiger, bourgmestre de Windisch-Feistritz, en Styrie. Dans cette localité, il grêlait précédemment chaque année ; mais depuis quatre ans qu'un réseau complet de stations y est installé, on n'a plus eu de chute de grêle.

D'Autriche, le mouvement passa en Italie, où le député Ottavi s'en fit le zélé propagateur.

Enfin en France, en Hongrie, en Suisse même, on commence à organiser aussi des stations de tir.

Dans cette question du tir contre la grêle, comme dans beaucoup d'autres, la pratique a devancé la théorie. Les savants ne peuvent pas donner encore une explication rationnelle de l'effet des tirs sur les nuages à grêle ; et, cependant, le fait que le nombre des stations augmente sans cesse, en Italie surtout, et cela malgré les frais considérables qu'elles occasionnent, ce fait semble démontrer, avec d'autres preuves aussi, que les tirs ont bien une réelle efficacité.

M. Jean Dufour décrit le matériel employé dans les stations de tir, puis les effets du *tore*, projectile gazeux lancé par les canons. Les règles suivies pour l'organisation des tirs, la disposition des stations, etc., sont également passées en revue.

En terminant, l'orateur insiste sur l'importance qu'il y aurait à essayer le nouveau procédé dans le vignoble vaudois, en présence des dégâts considérables occasionnés chaque année par la grêle. Ces dégâts ont été évalués, en effet, à huit millions et demi de francs pour une période de neuf ans (1890 et 1892-1899). En calculant en moyenne un canon par

25 hectares de vignes, ce qui est le chiffre admis dans la pratique, on peut établir un devis approximatif des frais qu'occasionneraient ces stations. Or avec 3000 à 4000 francs on pourrait installer un nombre suffisant de stations pour protéger des vignobles importants, comme ceux d'Aigle-Yvorne, comme le centre de Lavaux ou la région de Lutry, si fréquemment grêlée. M. Dufour espère que des expériences en grand pourront être organisées l'été prochain. En attendant, il présente à la Société le premier canon acheté par la station du Champ-de-l'Air. (Des essais de tir ont eu lieu après la séance.)

M. le professeur **Henri Dufour** rappelle ensuite les importants travaux de son prédécesseur, M. Louis Dufour, sur la formation de la grêle.

SÉANCE DU 20 FÉVRIER 1901

Présidence de M. Maurice Lugeon, président.

Le procès-verbal de la dernière séance est lu et adopté.

M. *Arnold Porret*, pasteur à Baulmes, est proclamé membre de la Société.

Il est donné lecture de la lettre de candidature de M. *H.-E. Monod*, à Mont-de-Vaux, sur Morges, présenté par M. le professeur *F.-A. Forel*.

Communications scientifiques.

M. le professeur **Maurice Lugeon** expose la suite de ses *recherches sur l'origine des vallées des Alpes françaises*. Sur le grand réseau transversal, on voit se greffer la grande dépression longitudinale du Grésivaudan. Elle est postérieure aux vallées transversales, ainsi qu'on peut le démontrer en étudiant les captures successives de la région amont du côté d'Albertville.

L'écoulement des eaux se faisait antérieurement par la coupure actuelle de l'Isère et par celles, abandonnées, de Chambéry et de Faverges-Annecy.

Les raisons de l'emplacement et de la naissance du grand sillon du Grésivaudan sont dues à la disposition tectonique, c'est-à-dire à la présence d'une très grande épaisseur de terrains tendres (lias et jurassique inférieur) reposant sur les roches plus résistantes des massifs cristallins.

Il existe ainsi une zone particulièrement érodée dans les Alpes françaises ; elle s'étend d'Albertville jusqu'à la Durance. Les cours d'eau n'obéissent plus, dans toute cette région, aux conditions tectoniques de la surface structurale. Les vallées y sont purement dépendantes des actions simples de l'érosion ou des actions glaciaires, aussi les voit-on s'établir en raison des lois de l'érosion régressive en fuyant, pour ainsi dire, les parties dures.

C'est ainsi que chaque fois que la Romanche a commencé à entamer les roches cristallines, elle a été capturée au bénéfice de vallées coulant dans les schistes liasiques. Ainsi les massifs cristallins sont lentement mis en saillie par ce mécanisme. Le mémoire de M. Lugeon paraîtra cet été dans les *Annales de Géographie*.

M. le professeur Louis Pelet, fils, parle du nouveau système de cheminée où est appliqué le principe du siphon.

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE DU 6 MARS 1901
au Musée industriel.

Présidence de M. Maurice Lugeon, président.

Le procès-verbal de la dernière séance est lu et adopté.

M. *H.-E. Monod*, à Mont-de-Vaux sur Morges, est proclamé membre de la Société. Il est donné lecture de la lettre de démission de Mlle *Anna de Ludkewich*.

M. le prof. *Forel* dépose sur le bureau, au nom de M. *Ed. Sarasin*, membre honoraire, un mémoire sur les *Oscillations du Lac des Quatre-Cantons*.

M. *Amann* propose qu'il soit donné dans le Bulletin des comptes rendus des ouvrages achetés par le Fonds de Rumine, comptes rendus faits par les membres qui ont proposé l'achat des dits ouvrages. Cette proposition est renvoyée au comité.

M. *Amann* rapporte au nom de la commission de vérification des comptes, composée de MM. Delessert, Borgeaud et Amann. Les conclusions de ce rapport sont acceptées et il est donné décharge au comité et au caissier de l'exercice 1900. *(Voir aux Mémoires.)*

M. *Renevier* propose de nommer, à l'assemblée de juin, M. le Dr A. Yersin membre honoraire de la Société.

Communications scientifiques.

M. **F.-A. Forel** étudie l'origine de la faune ichthyologique du Léman. *(Voir aux Mémoires.)*

M. le Dr **A. Bonard** fait une communication sur ses études du soubassement cristallin des Dents de Morcles-Dent du Midi. *(V. aux mémoires.)*

M. **Golliez,** professeur, ajoute quelques considérations générales aux nombreux détails de l'étude de M. Bonard. Il montre qu'il s'agit ici d'un premier travail micrographique sur les roches dont il a fait l'étude géologique communiquée autrefois à notre Société. Il s'agissait alors de vérifier deux opinions : La première est celle émise dans la remarquable étude de M. Renevier sur la Dent de Morcles et dans laquelle le soubassement cristallin est figuré par une grande voûte générale de schistes et de gneiss, ensemble de terrains dans lequel notre savant maître ne voyait que des roches d'origine sédimentaire. La seconde se rapportait aux débats très actifs touchant le dynamométamorphisme dont il semblait qu'on dut atténuer beaucoup la valeur. Seules une étude attentive du terrain et une étude micrographique des roches pouvaient nous renseigner sur ces deux points. L'étude présentée en 1894 montrait déjà que les roches de ce soubassement cristallin forment un ensemble de plis discordants sur les plis du carbonifère et sont un débris de la vieille chaîne calédonienne de nos Alpes précarbonifères. Les roches ont été provisoirement classées en trois catégories : les schistes verts, les micaschistes et les roches filoniennes éruptives.

C'est l'étude micrographique de ces dernières que M. Bonard vient de présenter avec une richesse peu commune de détails d'observation. Outre la classification de ces types filoniens, il ressort en outre de cette étude quelques faits généraux. D'abord les microgranites ne se trouvent que dans la traînée du même pli, celui qui est le plus occidental et passe sous Savatan et au torrent de Barthélemy. Ils ne se retrouvent pas dans les autres plis des mêmes terrains. Ceci prouverait donc que l'injection filonienne est postérieure au plissement de ces terrains. Ensuite le dynamométamorphisme de ces filons est réel, abondant, mais moins énergique que celui des schistes du voisinage ; il ne pousse jamais jusqu'au gneiss franc. Donc le métamorphisme des schistes a déjà dû être assez grand avant l'injection des filons.

Les schistes sont actuellement à l'étude, ainsi que les relations des filons avec les roches de la région qui suit celle-ci en s'étendant vers les Aiguilles-Rouges. Il en sera parlé sous peu ici même.

SÉANCE DU 20 MARS 1901

Présidence de M. Maurice Lugeon, président.

Le procès-verbal de la dernière séance est lu et adopté.

M. le président annonce pour la prochaine séance une conférence de M. le colonel Lochmann.

Communications scientifiques.

M. **Jean Dufour** présente un ouvrage publié tout récemment par M. **Auguste Barbey**, forestier à Montcherand, sur les *Scolytides de l'Europe centrale*. C'est une étude très complète sur la morphologie et les mœurs des Bostriches et autres Coléoptères attaquant le bois. L'ouvrage est orné de fort belles planches, dont plusieurs sont mises en circulation.

M. Dufour expose les principaux résultats des recherches de M. Barbey et relève leur importance au point de vue scientifique, comme aussi pour les forestiers et les arboriculteurs.

M. **Paul Jaccard.** ***Distribution de la flore alpine dans le bassin des Dranses et dans quelques régions voisines.***

Dans ce travail, qui fait suite à *L'immigration post-glaciaire et la distribution de la flore alpine dans quelques régions des Alpes*, paru dans les *Archives*, numéros de septembre et octobre 1900, l'auteur envisage la composition florale d'un certain nombre de localités alpines comparables. Il arrive à cette constatation que la composition florale des diverses prairies alpines d'un même district (bassin des Dranses, bassin du Trient, massif du Wildhorn) est extrêmement variable et que même lorsque ces prairies sont à une petite distance l'une de l'autre, les espèces qui les constituent varient dans des proportions considérables.

C'est ainsi qu'entre dix localités comparées, comprenant 370 espèces différentes, trois seulement, soit 8 ‰, se rencontrent sur toutes les localités.

Entre huit localités comprenant 365 espèces, l'auteur en note six, soit 16 ‰ communes à toutes. Entre six localités, la proportion s'élève à 35 ‰ ; entre quatre localités, elle est de 10-12 % en moyenne ; enfin entre deux localités elle ascende à 32 % en moyenne, soit approximativement au tiers.

Il résulte des nombreux relevés floristiques effectués par M. Jaccard,

que dans un territoire restreint le nombre des véritables ubiquistes est peu considérable, et que des localités en apparence comparables au point de vue biologique présentent néanmoins diverses particularités qui se traduisent fidèlement dans leur composition florale, dans la présence ou l'absence de diverses espèces qui paraissent pourtant très communes lorsqu'on envisage un territoire plus étendu. *(Voir aux Mémoires.)*

M. **Henri Dufour.** *Sur le pouvoir éclairant des mélanges d'acétylène et d'air.*

De divers côtés on a proposé d'employer des mélanges d'air et d'acétylène au lieu d'acétylène pur ; les avantages sont une combustion plus complète de l'acétylène qui permet l'emploi de brûleurs ordinaires à fentes au lieu de brûleurs spéciaux ; la possibilité d'employer le mélange pour le chauffage avec les réchauds à gaz ordinaire ; enfin un accroissement du pouvoir éclairant. Sur la demande d'un inventeur, nous avons fait quelques essais sur ces mélanges. Les résultats sont les suivants :

Des nombreuses mesures photométriques effectuées avec divers becs à acétylène de grosseur différente, nous avons obtenu une valeur moyenne de 1,29 bougie par litre-heure d'acétylène pur, l'intensité lumineuse ayant varié de 1 bougie à 1,8 bougie par litre. Les mélanges d'air et d'acétylène employés avec des brûleurs ordinaires papillon ont donné une valeur moyenne de 1,51 bougie par litre-heure d'acétylène brûlé. Les valeurs obtenues ont varié entre les limites suivantes :

1	partie air	+	1	partie acétylène	donne	1,4 bougie.
1,2	»	+	1	»	»	2,25 »
1,3	»	+	1	»	»	2,70 »

Le pouvoir éclairant du mélange varie très vite avec la proportion d'air employé ; le maximum a été atteint dans nos expériences lorsque le rapport de l'air à l'acétylène était environ 5 à 4, c'est-à-dire lorsque le mélange commence à devenir explosif.

La pression employée pour brûler l'acétylène pur dans les brûleurs spéciaux est 90 à 100 cm. d'eau ; le mélange brûlait dans des becs à fente ordinaire avec une pression de 12 à 18 cm. d'eau.

L'éclat total de la flamme du mélange air-acétylène est supérieur à celui de la flamme d'acétylène pur, grâce à la dimension de la flamme des gaz mélangés, mais l'éclat intrinsèque, par centimètre carré, est supérieur pour la flamme à acétylène pur.

Dans l'établissement d'un éclairage par les gaz mélangés, il faut tenir compte du fait que l'air employé doit être fourni par une trompe ou un

ventilateur quelconque exigeant une force motrice hydraulique ou autre; il en résulte qu'on doit compter le prix de cet air et calculer le pouvoir éclairant du mélange. On trouve, d'après les mesures ci-dessus, que le litre de *mélange* donne de 0,7 à 1,2 bougie, c'est-à-dire une valeur inférieure à celle de l'acétylène pur.

En résumé, les mélanges d'air et d'acétylène ne paraissent pas avoir des avantages assez grands pour compenser les inconvénients résultant de l'emploi de deux canalisations nécessaires pour éviter le mélange dans les tuyaux et d'un moteur pour faire circuler l'air. Ces mélanges deviendraient en outre facilement dangereux.

M. **Henri Dufour**. *Effets thermiques des fenêtres doubles.*

Nous croyons intéresser quelques personnes en publiant les chiffres suivants que nous avons notés sur l'effet que produisent les doubles fenêtres.

Trois thermomètres étaient placés en hiver : le premier à l'air libre, à 6 cm. d'une fenêtre située à l'orient ; le second entre les deux fenêtres, à 4 cm. de la fenêtre intérieure ; le troisième au milieu de la chambre. L'intervalle entre les deux fenêtres était de 21 cm. Le petit tableau ci-dessous, qui résume les observations faites par des temps très divers pendant les hivers 1900 et 1901, dispense d'explications.

Extérieur.		Entre les fenêtres.	Différence.	Intérieur.
—3.8	calme	+3	6.8	13.5
—5	bise modérée	+2	7	15
—8	bise forte	+0.7	8.7	14
—5	bise forte	+3.5	8.5	13
—0.7	calme	+5	5.7	14

Les différences atteignent 6 à 7° par un temps calme et s'élèvent à 8°5 et même 8°7 lorsque l'air extérieur est violemment agité.

M. **le Président** félicite vivement, au nom de la Société, M. H. Dufour de la haute distinction que vient de lui accorder le gouvernement français en le nommant Chevalier de la Légion d'honneur.

SÉANCE DU 3 AVRIL 1901

au Bâtiment des Ecoles normales.

Présidence de M. Maurice Lugeon, président.

Le procès-verbal de la séance précédente est lu et adopté.

Communications scientifiques.

M. le prof. **Forel** fait circuler des photographies de la Vallée de Joux qui lui ont été envoyées par M. Aubert, professeur au Sentier.

M. le colonel **Lochmann** fait une très intéressante conférence sur la *Nouvelle carte scolaire de la Suisse*. Cette conférence est illustrée par une superbe exposition de cartes de la Suisse.

SÉANCE DU 17 AVRIL 1901

Présidence de M. Maurice Lugeon, président.

Le procès-verbal de la précédente séance est lu et adopté.

M. le Président annonce la candidature de M. A. *Barbey*, négociant.

Au nom du comité, M. le Président présente le projet du règlement qui sera soumis à l'assemblée générale. Quelques articles sont modifiés au cours de la discussion.

MM. Blanc et Bugnion demandent par lettre que la Société prenne part à la souscription publique pour le monument J.-B. Carnoy. Ce regretté savant, qui fut professeur à l'Université de Louvain, est le fondateur de *La Cellule*, superbe périodique que nous recevons en échange de notre modeste Bulletin.

L'unanimité de l'assemblée adopte les conclusions du comité, qui propose de participer par 50 fr. à l'érection du monument.

Communications scientifiques.

M. **Galli-Valerio** fait une intéressante communication sur la collection de parasitologie du laboratoire d'hygiène de l'Université. *(Voir aux Mémoires.)*

M. **Forel** dépose sur le bureau un mémoire sur la variation thermique annuelle des lacs.

Inauguration de la salle des périodiques

La salle des périodiques a été ouverte aux membres de la Société le 17 avril 1901, à 2 heures. Le local se trouve Place de la Cathédrale n° 7. L'organisation actuelle permettra la consultation rapide des périodiques au fur et à mesure de leur arrivée.

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE EXTRAORDINAIRE DU 1er MAI 1901.

Présidence de M. Maurice Lugeon, président.

Le procès-verbal de la dernière séance est lu et adopté.

La bibliothèque a reçu deux volumes publiés par la Société des sciences naturelles de Bâle.

Il est donné connaissance d'une invitation des Sociétés savantes de Savoie pour le congrès d'Annecy du 1er août prochain.

M. le Président informe la Société que le don de 50 fr. en faveur du monument J.-B. Carnoy a été effectué.

M. *A. Barbey* est proclamé membre de la Société.

Le règlement de la bibliothèque est mis en discussion, puis adopté avec la rédaction suivante :

Art. 39 nouveau abrogeant l'art. 39 du règlement du 20 décembre 1900 :

***Art. 39.* — Les membres effectifs et honoraires ont droit à la jouissance à domicile de la bibliothèque, soit quatre périodiques pour le terme d'un mois, avec droit de réinscription pour le terme d'un mois, si ces périodiques ne sont pas demandés.**

Art. 39 a nouveau. — Tout ouvrage destiné à être emporté à domicile doit être requis par un bulletin de demande, lisiblement écrit à l'encre, signé et daté, avec l'indication exacte du nom de l'auteur, du numéro et de la lettre. Les différents numéros d'un même périodique doivent être indiqués en détail.

Le bulletin de demande est rendu au lecteur au retour de l'ouvrage.

Art. 39 b nouveau. — Tout lecteur qui prend des ouvrages à domicile doit être porteur d'une bande ou d'un bulletin d'inscription des volumes.

Art. 39 c nouveau. — Tout lecteur doit inscrire sa présence (nom et date) sur un registre spécial.

Art. 44 nouveau abrogeant l'art. 44 du 20 décembre 1900 :

Art. 44. — Pour satisfaire la remise à la Bibliothèque cantonale, tous les ouvrages doivent rentrer avant le 20 décembre de chaque année.

Tout ouvrage doit être retourné franc » à la bibliothèque dans le délai

prescrit à l'art. 39. S'il y a retard, l'archiviste-bibliothécaire réclame par lettre les ouvrages dans les dix jours suivants et notifie une amende de 20 centimes au retardataire.

Si le lecteur ne se conforme pas à ce premier appel, il en reçoit un nouveau notifiant une amende de deux francs.

Si le deuxième appel n'est pas suivi de la remise des ouvrages dans les dix jours, l'achiviste-bibliothécaire remet le cas au comité, qui peut prononcer jusqu'à la radiation du lecteur du nombre des membres de la Société.

Le comité est en outre autorisé à faire les poursuites nécessaires, si le détenteur ne veut pas remettre les ouvrages qu'il a empruntés.

Les articles nouveaux seront notifiés au Conseil d'Etat du canton de Vaud pour approbation.

Répondant à une question de M. Forel, MM. Lugeon et Pelet expliquent pourquoi il n'a pas été possible de faire coïncider les jours d'ouverture de la bibliothèque des périodiques avec ceux de la bibliothèque scientifique. Le comité fera son possible pour modifier à l'avenir cet état de choses.

Communications scientifiques.

MM. **Pelet** et **Jomini** présentent à la Société le résultat de leur étude sur les *limites de combustibilité*. Cette communication complète la note déjà présentée par l'un de nous. (Cf. Pelet. Analyse des gaz résiduels. Bull. Soc. vaud. sc. nat., nº 131, proc.-verb., p. XVII.)

En faisant brûler divers combustibles, sous des cloches de différents volumes, on constate que l'extinction se produit plus ou moins rapidement. Les gaz restant sous la cloche étaient analysés, et dans chaque cas les résultats ont été exprimés en oxygène restant et oxygène disparu et rapportés à l'air primitif, c'est-à-dire à 79.2 % d'azote.

Chaque chiffre indiqué ci-dessous représente la moyenne de plusieurs analyses.

	Oxygène disparu %
Pétrole brûlant dans une lampe à bec plat, mèche de 9 mm. .	5.32
Bougies	6.04
Pétrole brûlant dans une lampe à bec rond, mèche de 65 mm.	6.27
Soufre	8.64

Térébenthine	8.72
Naphtalène	10.18
Alcool éthylique pur	10.95
Alcool méthylique	11.46
Benzène	12.34
Ether sulfurique	14.98
Sulfure de carbone	15.72
Charbon de bois dur	17.33
Hydrogène	18.98
Magnésium	19.05
Phosphore	20.8

Ces résultats ont été obtenus dans une cloche de sept litres pour les corps compris entre le pétrole et le sulfure de carbone ; pour les quatre derniers corps de la série, nous nous sommes servis d'une cloche de douze litres.

Nous avons poursuivi nos recherches en étudiant la variation de la limite de combustibilité dans des espaces clos de différents volumes.

Les principaux résultats que nous avons trouvés sont :

Volume des espaces clos	0.7	2	7	12	60	1250 litres
			% Oxygène disparu.			
Bougies	8.87	7.33	6.04	5.43	4.64	4.32
Pétrole (lampe à mèche de 9 mm.)	5.57	5.00	5.28	4.60	4.59	—
Pétrole (lampe à mèche de 65 mm.)	—	7.16	6.27	6.95	4.96	5.03
Benzène	13.33	12.78	12.34	8.62	7.18	5.60
Soufre	11.16	8.43	8.47	8.25	8.35	4.40
Alcool éthylique	10.77	10.97	10.95	9.88	7.82	7.70
Acétylène	15.39	14.02	13.42	12.85	11.66	—

Ces deux tableaux montrent que la limite de combustibilité varie avec la nature de la substance en combustion. De tous les combustibles expérimentés, les corps simples brûlent plus complètement l'oxygène que les corps composés ; le phosphore seul brûle le 20.8 % d'oxygène de l'air.

Lorsque le volume de l'espace clos augmente, la limite de combustibilité s'abaisse proportionnellement.

M. F.-A. Forel montre quelques échantillons de *poussières éoliennes* tombées en Sicile, qu'il doit à l'obligeance du professeur A. Ricco, à Catania. Les poussières des chutes des 6-7 mars 1882, 6-7 mars 1898, 10-11 mars 1899, 10 mars 1901 (toutes au mois de mars !) se ressemblent étonnamment. Poussières impalpables, d'un jaunâtre légèrement rosâtre, contenant des sables minéraux extrêmement fins et quelques matériaux organiques ; on les dirait des parties d'un même échantillon. Au point de vue physique, elles sont tout à fait analogues, sauf pour la couleur, aux autres poussières éoliennes, poussières volcaniques, Vésuve, Krakatoa, soi-disant kryoconite des glaciers des Alpes et du Grönland, loess des vallées alpines, de la plaine suisse et des pampas, dont M. Forel montre de nombreux exemples. En admettant pour ces poussières de Sicile une origine africaine, qui est très probable, elles représentent la partie impalpable du sable du désert, celle qui est chassée de-ci de-là par les vents, tandis que le sable en grains, grains quartzeux, arrondis, relativement gros, reste sur place ou n'est que fort peu déplacé par les tourbillons.

Il en est du reste pour les sables du désert comme pour l'alluvion d'une rivière : une partie, l'alluvion grossière, reste sur le fond et n'est entraînée que fort peu et lentement, et sous l'effet seulement des courants de grande intensité, tandis que l'alluvion impalpable est mise facilement en suspension dans l'eau et peut être transportée au loin.

M. F.-A. Forel résume les *recherches de thermométrie lacustre* faites simultanément dans les lacs du nord de l'Europe : Léman, Loch Katrine, Vettern, Mjösen, Ladoga, Enare, dans l'année 1900, sous l'initiative du professeur Dr O. Pettersson, de Stockholm. Il montre les conclusions intéressantes que l'on peut tirer de ces matériaux précieux, les premiers qui permettent une comparaison dans une échelle aussi étendue. Il formule entre autres deux lois :

« L'amplitude de la variation thermique annuelle est fonction directe de la latitude. »

« La pénétration de la chaleur estivale descend plus profond dans les lacs plus septentrionaux. »

Cette dernière loi demande une confirmation par de nouvelles recherches.

M. C.-J. Kool. Sur la correction qu'exige l'équation $\Sigma \frac{1}{2} mv^2 = \frac{3}{2} PV$ à cause du volume que possèdent les molécules.

L'auteur démontre qu'à l'encontre de l'opinion de MM. Boltzmann, Oscar Meyer et van der Waals, l'équation $\Sigma \frac{1}{2} mv^2 = \frac{3}{2} P (V-B)$, par laquelle ces savants ont remplacé celle de Clausius indiquée ci-dessus, afin de tenir compte du volume des molécules, n'est pas rigoureusement exacte, pas même alors qu'on supposerait les molécules de forme sphérique. Dans la dite équation, la lettre B représente quatre fois le volume de l'ensemble des molécules du gaz ; le sens des autres lettres n'a pas besoin d'être indiqué ici. L'auteur décrit ensuite la voie qu'on pourrait suivre pour déterminer l'équation désirée, si l'on tenait absolument à le faire au moyen de l'évaluation directe de la pression que les parois du gaz éprouvent par l'effet des chocs que leur impriment les molécules, comme l'ont fait Clausius et, à son instar, MM. Boltzmann et Meyer. Malheureusement cette voie est purement théorique, pour le moment du moins, en ce sens que dans l'état présent du calcul intégral, elle ne saurait conduire à une équation utilisable dans la pratique, pas même dans la susdite supposition d'une forme moléculaire sphérique.

SÉANCE DU 15 MAI 1901.

Présidence de M. L. PELET, vice-président.

Le procès-verbal de la séance précédente est lu et adopté.

M. le VICE-PRÉSIDENT annonce la démission de M. *Schenk* de ses fonctions de secrétaire ; il le remercie des services qu'il a rendus à la Société. M. A. Schenk est remplacé provisoirement par M. F. Porchet.

Il est ensuite communiqué à l'assemblée le refus du *American Journal of Sciences* d'entrer en échange avec notre Société.

Communications scientifiques.

M. **Schmidt** présente à la Société une série de très belles radiographies.

M. le **Dr Schenk** entretient l'assemblée des résultats fournis par les fouilles entreprises à Chamblandes. *(Voir aux mémoires.)*

M. S. Bieler, professeur, donne quelques renseignements sur plusieurs acquisitions d'objets d'histoire naturelle du musée agricole du Champ-de-l'Air.

1° Un *crâne de buffle Keraban,* don de M. A. Kohler. Ce crâne, qui vient des Iles de la Sonde, est remarquable par la longueur des cornes, mesurant à la courbure extérieure 1m50.

2° Une tête empaillée du *bœuf des montagnes d'Ecosse,* où il vit à l'état demi-sauvage. Il est recouvert d'une épaisse toison. La tête est remarquable par la longueur du front, la finesse des cornes et la petitesse du mufle.

Si l'on compare cette tête avec l'image d'un bœuf primitif qui existait encore dans les forêts d'Allemagne au XVe et au XVIe siècle (peinture de l'époque d'Holbein qui a été retrouvée chez un antiquaire d'Augsbourg par le savant C. Hamilton Smith), on est frappé de la ressemblance des deux animaux.

Même ressemblance se trouve sur les dessins de bœufs sauvages qui sont en relief sur la coupe d'or dite de Vaphio et qui date de 1200 ans environ avant J.-C.

Le même type se retrouve dans quelques races de l'Europe. Il est probable que c'est une des races originelles du bœuf domestique.

3° Un exemplaire du mouton sauvage de l'île de Chypre, *Ovis ophion.* Cet animal est très rare ; il faut une permission spéciale pour le chasser ; il est en outre assez difficile à tirer.

Ce mouton nous a été donné par M. Gennadicus. Quoique arrivé en assez mauvais état, il a été très bien reconstitué par notre préparateur du musée, M. Blanc.

L'ovis ophion ressemble à une gazelle par sa gracilité ; ses cornes seraient plutôt celles d'une chèvre, et on l'a pendant longtemps considéré comme un capridé. La présence d'un larmier l'a fait ranger en dernier lieu parmi les ovidés.

SÉANCE DU 5 JUIN 1901

Présidence de M. Maurice Lugeon, président.

Le procès-verbal de la dernière séance est lu et adopté.

M. le Président annonce la candidature de M. *Ed. Herzen.*

Il est mis en circulation une liste de souscription en faveur de l'érection d'un monument à Alb. de Haller.

M. le Dr H. Brunner remet à la Société un superbe volume contenant les thèses publiées sous sa direction de 1893 à 1900.

M. Kool remet également à la bibliothèque une série de publications ayant trait à la physique mathématique.

Le comité propose Gimel comme lieu de réunion de l'assemblée générale de juin. Adopté.

M. le Président annonce que la Société géologique de France se réunira à Lausanne du 2 au 4 septembre. Une séance extraordinaire de la Société vaudoise des Sciences naturelles sera convoquée pour cette circonstance.

M. Forel offre à M. le Président une superbe photographie des colonnes de basalte de la Chaussée des Géants.

Communications scientifiques.

M. le professeur **Renevier** signale à la Société des fossiles énigmatiques qu'on a nommés *Daemonhelix* (hélice du diable). Il s'agit d'une spire hélicoïde de grande dimension, parfois plus de deux mètres de longueur, enroulée autour d'un axe, ou sans axe, ayant parfois un prolongement rectiligne, sorte de crosse, ± allongé. On les a signalés d'abord, en nombre, dans les Montagnes Rocheuses, dans les couches dites *Loup-fork-beds*, attribuées au Miocène. Plus récemment, on en a retrouvé quelques spécimens dans l'Aquitanien de la Haute-Bavière. Dans l'un d'eux, une coquille de *Mytilus* ou *Daissensia* est encastrée dans l'un des tours de spire et en modifie la forme. Il s'agit donc d'un fossile déposé dans les eaux salées ou saumâtres.

L'aspect de *Daemonhelix* rappelle tout à fait les rameaux de Glycine, qui s'enroulent autour d'une autre branche. Il se pourrait donc que ce singulier corps provînt d'une plante aquatique, tige ou racine, qui se serait enroulée à la manière des Glycines.

Avis aux botanistes et géologues sagaces !

M. le professeur **Renevier** parle de la petite vallée transversale qui sépare les deux éminences du monticule de Saint-Triphon, isolé au milieu de la plaine du Rhône, vis-à-vis d'Ollon (district d'Aigle). Comment l'érosion de cette vallée peut-elle avoir été produite à une vingtaine de mètres *au-dessus* de la plaine environnante ?

« En voici l'explication, telle qu'elle m'est apparue dans quelques promenades autour d'Ollon. La coupure dans laquelle se trouve le village et les carrières de Saint-Triphon se trouve dans la continuation de la profonde vallée qui descend de Panex à Ollon. Cette vallée présente dans sa partie supérieure, en dessous de Panex, un palier à environ 827 m,, où se trouvent les maisons de Solavy et de Boudet. Un peu plus bas, la vallée se resserre, et la pente du thalweg s'accentue fortement pour descendre à l'altitude de 650 m. environ. Puis la pente redevient plus douce jusqu'à Ollon, 482 m., et à la plaine, 400 m. Il me paraît évident que le vallon de Saint-Triphon a été creusé par les eaux de Panex, alors qu'il faisait encore partie de la vallée correspondante, moins excavée, et que la pente était continue de Solavy à Saint-Triphon.

» Plus tard sont arrivées les eaux plus abondantes, provenant de la fonte des Glaciers de la Gryonne au SE., qui ont pris en écharpe la vallée d'Ollon, et qui, grâce au peu de consistance du gypse, dont est formée toute la contrée d'Ollon, ont raviné celle-ci du SE. au NW., et isolé la colline de Saint-Triphon, composée de calcaire compact plus résistant.

» Le grand cône de déjection au sommet duquel se trouve le village d'Ollon se serait formé après coup dans la branche droite de la vallée du Rhône, ainsi élargie, ou plutôt dans le prolongement du lac Léman, qui entourait alors certainement l'île de Saint-Triphon. On peut distinguer ainsi trois étapes successives dans la formation de ces vallées. »

M. le Président, après quelques paroles de remerciements, lit à M. Renevier l'adresse suivante :

« Monsieur le Professeur, cher et illustre Maître,

» La Société vaudoise des Sciences naturelles vous compte parmi ses membres depuis cinquante années. Elle est fière de rappeler en ce jour l'activité que vous déployez au milieu d'elle depuis un demi-siècle et il lui est doux de vous apporter en ce jour toutes les marques de sa profonde gratitude.

» Vos efforts dans le domaine de la géologie sont devenus les siens, parce qu'elle a bénéficié pour une grande part de votre longue vie de travail ; tout en rendant hommage à votre œuvre scientifique, elle tient à vous présenter le témoignage de sa profonde reconnaissance pour l'attachement dont vous lui avez toujours fait preuve.

» C'est sous son égide que vous avez apporté votre principal tribut à

la connaissance toujours plus approfondie du sol de la terre et des êtres anciens qui la peuplèrent. Dès 1853 vos mémoires se succèdent. Tantôt c'est le Jura, tantôt c'est la plaine, tantôt de lointains pays que vous explorez et décrivez, tantôt et surtout ce sont les chères Alpes de la Patrie dont vous faites connaître au monde savant étonné l'allure si mouvementée. Et ainsi, petit à petit, en feuilletant notre Bulletin, on assiste à l'éclosion d'une de vos œuvres fondamentales, la célèbre *Monographie des Hautes Alpes vaudoises*.

» Elargissant le cadre de vos pensées, de bonne heure on voit poindre chez vous le classificateur, et le rôle considérable que vous jouez dans les Congrès internationaux fait briller notre Société avec d'autant plus d'éclat.

» Attaché à une chose, vous la soutenez de tous vos efforts. Chaque fois que la Société a eu recours à votre longue pratique administrative, vous l'avez aidée toujours sans jamais vous lasser.

» Votre assiduité aux séances est telle qu'elle est devenue pour vos collègues une habitude. Combien sont-ils nombreux, ceux qui, dans nos réunions, se font remarquer non seulement par leur présence, mais encore par leur absence ?

» Quand vous n'êtes point là quelque chose nous manque. Nous espérons que longtemps encore vous serez des nôtres, pour que nous puissions jouir de votre précieuse compagnie et de votre infatigable énergie. »

M. **Renevier,** en remerciant la Société, se reporte à la première séance à laquelle il a assisté il y a 50 ans. Il constate avec joie les progrès accomplis depuis lors par la Société vaudoise et il l'en félicite.

MM. les professeurs **Brunner** et **Chuard,** empêchés par leurs cours d'assister à la séance, envoient par lettre leurs félicitations à M. Renevier.

M. C. **Bührer** essaie de répondre à la question qu'on s'est souvent posée : *Le tir des fortifications de Saint-Maurice provoque-t-il la pluie?*

Dans la discussion qui a précédé la démonstration du tir contre la grêle, dans la séance du 6 février au Champ-de-l'Air, plusieurs membres ont insisté sur le fait que le tir aux fortifications de Saint-Maurice provoquait fréquemment la pluie.

Grâce à l'obligeance de M. le lieutenant-colonel Dietler, chef du bureau

des fortifications, il a pu obtenir la liste des tirs effectués depuis cinq ans. M. le professeur Gautier, de Genève, a bien voulu lui remettre le relevé des hauteurs d'eau mesurées à Lavey-Village (440 m.), Savatan (671 m.), Dailly (1244 m.) et à l'Aiguille (1446 m.).

Dans ces cinq années, il y a eu dans l'ensemble des fortifications 178 exercices de tir, soit :

1896	25	tirs, dont	13	suivis de pluie, et	12	suivis de temps sec.
1897	41	»	10	»	31	»
1898	30	»	16	»	14	»
1899	36	»	16	»	20	»
1900	46	»	28	»	18	»
	178		83 = 46 %		95 = 54 %	

Contrairement à ce que l'on admettait généralement, on constate que les tirs sont plus rarement suivis de pluie que d'un temps sec. Dans les anticyclones, les tirs se passent sans pluie aucune. C'était notamment le cas en 1897, année où les hautes pressions dominaient sur l'Europe centrale pendant tout l'automne. Du 17 août au 11 novembre, il y eut 23 exercices de tir, dont pas un ne fut suivi de pluie.

Des 83 tirs suivis de pluie, il faut en éliminer 80, les précipitations atmosphériques étant générales en Suisse, ou du moins étendues sur une aire tellement grande, qu'on ne peut accuser le tir d'en être la cause.

Il n'en est pas de même des trois journées du 11 août 1897, du 28 mars 1899 et du 1er novembre 1899. La situation météorologique de ces trois jours était telle qu'on ne pouvait espérer des chutes d'eau. Les 10 et 11 août 1897, il a été tiré un grand nombre de coups de canon à Savatan ; le 11 au soir, légère pluie jusqu'à Clarens (0.3 mm.) ; pas de pluie à Lausanne et plus loin.

Le 28 mars, tir modéré à Savatan. Aucune pluie en Suisse les 27, 28 et 29 mars. Le même jour, on recueille 4 mm. d'eau à Lavey, 0,1 mm. à Savatan, 0.1 mm. à Dailly et 0.1 mm. à l'Aiguille.

Les 30 et 31 octobre et 1er novembre, grands tirs à Savatan. Hauteur d'eau recueillie le 1er novembre : à Lavey, 0.1 mm. ; à Savatan, 0.2 mm. ; à Dailly, 0.1 mm., et à l'Aiguille, 0.0 mm.

« Ce jour-là, écrivait un militaire assistant au tir, un brouillard intense couvrait la plaine. Nos projectiles trouaient littéralement les nuages et produisaient un mouvement giratoire, en forme d'entonnoir, très marqué. Le brouillard a été, au bout d'une heure à peine, réduit en pluie.

Le brouillard étant au-dessous de nous, à environ 1000 m. d'altitude, nous n'avons pas cessé de jouir d'un beau soleil, pendant que la plaine était arrosée. »

M. E. Delessert présente un cas pathologique assez remarquable, relatif à un crâne trouvé à Cully en septembre dernier. La partie postérieure du crâne offre au centre de l'occipital un trou ovale de 3-4 centimètres, analogue à celui d'une trépanation, mais dont les bords se seraient cicatrisés.

M. Maurice Lugeon présente une nouvelle carte de l'Atlas géologique de la France au 1 : 80 000. C'est la *Feuille de Briançon* (189), dont les contours ont été levés par MM. Termier, Kilian, P. Lory et Lugeon. Cette superbe feuille contient tout le massif du Pelvoux et des Grandes-Rousses à l'ouest, et les régions voisines du Briançonnais à l'est. M. Lugeon a levé la région du massif de Pierre-Eyrautz, au sud de Briançon, région de plis couchés, déversés vers la France, immédiatement à l'ouest de l'*axe* de la chaîne au delà duquel les plis sont déversés vers l'Italie. D'importants mémoires explicatifs ne tarderont pas à paraître qui montreront tout l'intérêt considérable que comportent ces levés géologiques exécutés de 1891 à 1899.

M. Georges Rœssinger parle de *blocs de roches cristallines* qu'il a découverts sur la Hornfluh, près Gessenay (Préalpes bernoises). D'après les analyses de M. le Dr Arthur Bonard, ces blocs sont formés par une *ophite* ou un *gabbro hypo-abyssique* très altéré. Les résultats de l'étude géologique et pétrographique de ces blocs tendent à les faire considérer comme *exotiques* et appuient par conséquent la théorie du charriage des Préalpes, défendue par MM. Schardt et Lugeon.

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE DU 15 JUIN 1901 A GIMEL.

Présidence de M. Lugeon, président.

Le procès-verbal de la séance précédente est lu et adopté.

M. *Ed. Herzen* est proclamé membre de la Société.

Il est donné connaissance de la lettre de candidature de M. *Paul Murisier*, licencié ès sciences.

Sur la proposition du Comité, l'assemblée acclame membres associés émérites M. le professeur *E. Renevier* et M. le colonel *Guillemin*.

M. le Dr *Yersin* et M. *Marcel Bertrand* sont nommés à l'unanimité membres honoraires de la Société vaudoise.

Communications scientifiques.

M. Maurice Lugeon, président, ouvre la seconde partie de la séance par la lecture d'un travail sur *les causes de la répartition de la population dans la vallée du Rhône, en Valais*. L'industrie et le commerce ayant encore très peu pénétré dans ce canton, et l'immigration s'y étant de même encore peu fait sentir, les groupements urbains, qui s'alimentent encore presque exclusivement du sol qui les environne, doivent être répartis suivant les circonstances physiques du pays. L'auteur dégage les principaux faits ou lois suivants. Au point de vue altitudinaire, il est remarquable combien la plaine alluviale est encore déserte, malgré l'existence actuelle des digues. Sur les flancs, les villages sont d'autant plus élevés qu'ils s'éloignent de la vallée principale par les vallées latérales.

L'inclinaison des versants joue un grand rôle. Quand les terrains d'érosion n'existent pas, les villages ont tendance à s'élever et à former des centres administratifs indépendants. Au contraire, quand un palier existe sur les flancs de la vallée, des hameaux même assez éloignés font partie de la même commune.

L'influence de l'exposition est des plus manifeste. Le flanc droit de la grande vallée est plus peuplé que le gauche. Ce sont bien les conditions climatériques et non topographiques qui créent cette différence ainsi qu'il en ressort aisément du dénombrement des habitants de la vallée de Conches.

La loi de l'écartement minimum des torrents influe directement sur le groupement, car les cités existent toujours sur les cônes de déjection ou dans leur voisinage le plus immédiat. Plus les torrents sont écartés les uns des autres, plus ils sont puissants et plus leurs cônes de déjection sont aplanis. L'importance des cités elles-mêmes est aussi proportionnelle à cet écartement. Lorsque les cônes s'éloignent trop, il se crée des localités intermédiaires grâce à une nouvelle règle purement humaine du groupement rural, loi que l'on pourrait appeler *loi de l'écartement minimum des centres ruraux*. Dans la vallée de Conches où les torrents

sont très près les uns des autres, les localités se rapprochent proportionnellement, mais sont par contre très petites. Le travail de M. Lugeon est accompagné par des exemples que nous ne pouvons citer ici. Il sera du reste imprimé prochainement.

M. Henri Dufour donne les résultats de quelques mesures faites sur l'émission des radiations actino-électriques par l'arc voltaïque. Les mesures étaient faites avec l'électromètre de Braun relié à une plaque de zinc amalgamé ou à un cylindre d'aluminium ; la chute de potentiel était de 1500 à 500 volts. La lumière de l'arc projetée par une lentille de quartz tombait sur la lame de zinc fraîchement polie, un écran percé d'une fente permettait de ne laisser agir sur la plaque qu'une partie seulement des radiations émanant de l'arc. Les charbons ordinaires de Siemens avaient 13 mm. de diamètre pour le charbon positif et 10 mm. pour le négatif ; l'image projetée sur la plaque de zinc de 43 mm. de côté était trois fois plus grande en diamètre que l'arc réel.

La rapidité de décharge varie beaucoup avec la longueur de l'arc, ainsi en prenant comme unité la durée de décharge par la lumière d'un arc de 7.5 mm., cette durée est 1.9 avec un arc de 3.7 mm. ; elle est de 3.1 si l'arc est réduit à 1.5 mm. de largeur.

Les diverses régions de l'arc sont très inégalement actives comme Hertz l'avait déjà remarqué, sans faire de mesures, le maximum d'activité est localisé dans la partie gazeuse de l'air immédiatement en contact avec l'extrémité du charbon positif. En désignant par dix l'intensité des radiations localisées dans une tranche de 1.7 mm. d'un arc de $7^{mm}5$ de largeur totale, lorsque cette tranche est immédiatement en contact avec le charbon positif, on trouve pour la même quantité de lumière émise mi-partie par le charbon, mi-partie par l'arc, une intensité de 7 ; l'arc seul un peu plus loin du charbon positif a une intensité de 8.5, l'arc et le bord du charbon négatif donnent 6.1, le charbon négatif et un peu d'arc 3.6, enfin le charbon positif seul sans lumière de l'arc donne 2.6, c'est donc dans la région d'arrachement des particules de charbon et du maximum de température que l'action actinoélectrique est la plus intense ; l'arc total a une intensité 2.6 fois plus forte que l'étroite bande du maximum, tandis que la longueur de l'arc est 4.4 fois plus grande que celle de la partie la plus active.

Au point de vue de la sensibilité à la décharge, le zinc amalgamé est un peu plus sensible que l'aluminium et conserve plus longtemps ses propriétés.

M. le Président fait circuler, de la part de M. Bührer, un exemplaire d'*arracenia purpureum* trouvé dans notre pays.

M. F.-A. Forel a visité avec MM. Schardt et Barberini le *glacier de Rossboden* près du village de Simplon. L'avalanche du 19 mars est partie d'un glacier suspendu près du sommet du Fletschhorn, a balayé tout le glacier de Rossboden, les forêts et le vallon de Seng et a dépassé la route du Simplon en faisant pont sur le Krummbach. Elle a envoyé des éclaboussures latérales sur les alpes de Griesseren et de Rossboden.

La cause de la catastrophe est-elle un éboulement du glacier qui a entraîné le rocher sous-jacent, ou un éboulement de rochers qui a entraîné le glacier superposé ? Jusqu'à ce qu'on ait pu aborder directement la niche de départ, dans l'incertitude où nous laisse l'étude des matériaux de l'éboulement, nous ne pouvons traiter la question qu'au point de vue historique, en nous fondant sur une loi : « Tout éboulement de glacier est un phénomène périodique, le glacier se reproduisant après chaque répétition de la catastrophe. Un éboulement de montagne, au contraire, ne se répète pas ; il peut se décomposer en des coulées partielles successives, mais les roches descendues dans la vallée ne se reproduisent pas ou ne remontent pas à leur station d'origine. »

Or la tradition de la vallée du Simplon ne relate pas d'événements antérieurs analogues à celui du 19 mars. Il est vrai que les archives du village n'existent plus, détruites, dit-on, par les Français au commencement du XIXe siècle. Mais la chronique raconte avec assez de détails les éboulements successifs du glacier de Hochmatten qui, le 31 août 1597, a écrasé le hameau de Guggina avec 81 personnes et un nombreux bétail, qui a répété la catastrophe en 1843 ; elle raconte aussi les exploits de l'avalanche qui a atteint le village de Simplon en 1813, etc., pour que nous puissions être certains que l'avalanche du Fletschhorn-glacier de Rossboden n'a pas eu de précédents dans les siècles derniers.

Si cet événement n'a pas eu de précédents, c'est un éboulement de montagne et il ne se répétera pas. Telle est la conclusion provisoire que M. Forel peut donner jusqu'à une étude plus complète des lieux d'origine de l'avalanche.

M. V. Fatio donne quelques détails sur la double mue estivale des Anatidés, à propos de la récente capture d'un mâle de Canard de Miquelon *(Harelda glacialis)* en parfaite livrée d'été, sur le lac Léman, près de Genève, en résumé comme suit :

Les mâles de Canards, chez lesquels la mue est beaucoup plus complète et généralement plus tardive que chez la femelle, portent dès la fin de l'été, en automne, en hiver et d'ordinaire encore au printemps, la belle livrée qui sera, pour la plupart, la vraie livrée de noces. Mais, vers la fin du printemps ou au commencement de l'été, une première mue vient les couvrir, pour trois ou quatre mois, d'un vêtement moins brillant, rappelant en général celui de la femelle, et les mâles de la grande majorité des espèces, perdant alors presque toutes leurs rémiges à la fois, se trouvent brusquement désemparés, soit pendant quelques semaines complètement incapables de voler.

On peut voir des exemples de la chose chez les quelques espèces qui se reproduisent plus ou moins dans le pays, chez le Canard sauvage *(Anas boschas)* entre autres, dont le mâle, transformé et ressemblant beaucoup à sa femelle, en un peu plus foncé, doit se tenir caché, à l'abri de tous les regards, tant qu'il n'a pas refait ses ailes et passe d'ordinaire pour femelle durant l'été.

Cependant, pour les espèces, de beaucoup les plus nombreuses qui ne nichent pas en Suisse, cette première mue, si gênante, ne peut se faire qu'après le passage du printemps, après le voyage de retour dans les régions septentrionales, et nous ne voyons jamais ces oiseaux sous leur livrée d'été.

C'est en particulier le cas pour le Canard de Miquelon ou Miclon qui hiverne de temps à autre, en petit nombre, sur nos grands lacs et nous quitte généralement avant la fin de mars, pour aller muer dans le nord, bien plus tôt que la plupart des autres Canards et en même temps que sa femelle, en avril déjà.

Le mâle de Miquelon *(Harelda glacialis)* en livrée d'été parfaite, tué le 27 mai 1901 sur le Léman, non loin de Genève (devant la pointe dite *à la bise)*, d'abord retenu probablement par des circonstances accidentelles, a dû être bientôt surpris et définitivement arrêté par le commencement de la mue et la chute de ses rémiges qui le désemparait pour quelques semaines. La coloration d'un beau roux de rouille qui couvre chez lui la région anale et le bord des pennes caudales externes paraît d'origine étrangère et dénoter une station prolongée sur des roseaux en décomposition. M. Ch. Mottaz, de Genève, qui a acquis en chair et empaillé cet intéressant sujet, n'ayant trouvé aucune trace d'ancienne blessure, on peut supposer qu'isolé, ce Canard était égaré et complètement fourvoyé, à moins qu'un accident, coup de feu ou autre, ne l'eût

déjà privé alors d'une partie des plumes de ses ailes et contraint par là à attendre chez nous la mue et le renouvellement de ses rémiges avec la livrée d'été.

Les deux Eiders *(Somateria mollissima)*, mâle et femelle adultes en livrée d'hiver ou de noces, tués devant Lausanne en 1885, également vers la fin de mai, ont dû être probablement retenus aussi par quelque accident survenu à l'un des individus du couple. Mais le cas, si intéressant fût-il, était loin d'être aussi extraordinaire que celui du Miquelon en question ; car, l'Eider ne prenant la livrée d'été que beaucoup plus tard et passant aussi souvent plus tardivement, la mue n'a été pour rien dans la circonstance, et il est regrettable que l'intervention inopportune d'un chasseur n'ait pas permis de savoir si ces oiseaux auraient exceptionnellement niché dans le pays, ou s'ils seraient retournés dans leur patrie septentrionale, ayant encore largement le temps nécessaire pour faire le voyage avant la mue.

M. **Paul Jaccard**. *Flore des steppes du Turkestan russe*. — L'auteur, au cours d'un voyage effectué en septembre et octobre 1897 entre la Caspienne et Samarcande, a récolté, dans les steppes traversées par la ligne transcaspienne ainsi qu'aux environs de Krasnowodsk Tchardjoui, Bokhara et Samarcande, une centaine d'espèces appartenant surtout à la flore automnale des steppes et comprenant principalement des *Salsolacées* et *Chénopodiacées*. Ces espèces présentent diverses adaptions xérophytes très accentuées et constituent une collection biologique intéressante dont l'auteur fait circuler de nombreux exemplaires. *(Voir aux mémoires.)*

M. le professeur **Henri Blanc** communique les résultats obtenus d'un *élevage d'œufs de truite* du lac fécondés le 19 décembre 1900 et mis en incubation dans un appareil californien divisé en deux compartiments, l'un exposé à la lumière, l'autre couvert, pour maintenir les œufs dans l'obscurité complète. Dans le compartiment ouvert, l'éclosion a eu lieu le 15 février 1901, et dans le compartiment fermé, le 21 février, soit six jours plus tard. Du lot d'œufs en lumière, il fut retiré jusqu'à l'éclosion 309 œufs blancs et 187 de celui placé dans l'obscurité. La résorption de la vésicule ombilicale eut lieu pour tous les alevins entre le 9 et le 15 avril. La durée totale du développement a été donc de 116 jours avec une eau douce à température moyenne de 7°2 C. Tous les alevins obtenus de cet élevage ont supporté un jeûne d'un mois après la

résorption totale de la vésicule ombilicale. Conclusions : l'obscurité prolonge un peu la durée de l'incubation, elle diminue le nombre des œufs blancs et, dans le cas où l'éclosion a lieu trop tôt au printemps ou si les conditions naturelles sont momentanément défavorables, l'alevin n'a pas besoin d'être mis à l'eau de suite après la résorption de la vésicule ombilicale, il peut jeûner, peut attendre pour être mis à l'eau.

M. le professeur Blanc relate aussi la capture d'un *gros brochet* femelle flottant à la surface du lac près d'Ouchy. L'animal mesurait 1m15 de long et pesait 16 kg. 500 gr. ; ses ovaires contenaient, d'après calculs faits, environ 200 000 œufs prêts à être fécondés. Comme ce poisson ne présentait aucune lésion externe, mais une vessie natatoire très distendue, il se peut fort bien, comme l'a supposé M. le Dr Fatio, qu'il ait été victime de sa voracité en changeant trop subitement de pression.

M. le professeur Blanc a assisté en 1900 et en 1901 à la montée du Nase *(Chondrostoma nasus)* qui, depuis la correction de la Broye, remonte cette rivière de bonne heure au printemps, fin avril, jusqu'à Moudon et plus haut encore, en très grande quantité. Plusieurs exemplaires de cette espèce soigneusement conservés lui ont permis d'étudier les productions épidermiques que présentent surtout les mâles au moment des amours et déjà signalées sous le nom de *boutons de noces* ou *d'organes perlés*. Une première étude de la distribution de ces nombreux organes à la surface des écailles de la tête et des coupes faites à travers la peau semblent devoir confirmer l'opinion émise déjà par Maurer, que la production de ces organes est en corrélation avec la sortie, à la surface de l'épiderme, de bourgeons nerveux si nombreux dans l'épiderme de la peau, des écailles et de la tête ; chez le nase, ces organes sont en tout cas de nature cornée et non calcaire comme on l'a prétendu.

SÉANCE DU 3 JUILLET 1901.

Présidence de M. M. Lugeon, président.

Le procès-verbal de l'assemblée générale est lu et adopté.

M. *E. Renevier* remercie la Société de l'honneur qu'elle lui a fait en le nommant membre émérite.

M. *P. Muristier* est proclamé membre de la Société.

M. *le Président* donne lecture d'une lettre de la Société botanique de Genève invitant la Société à se faire représenter au congrès de l'association internationale de botanique, à Genève. L'assemblée délègue M. le Dr Paul Jaccard.

Une invitation analogue au congrès britannique de la tuberculose est renvoyée à la Société de médecine.

Enfin le comité demande pleins pouvoirs pour désigner deux délégués à l'assemblée de la Société helvétique à Zofingue.

Communications scientifiques.

M. **de Coppet,** de Nice, parle de l'*heptahydrate de sulfate de sodium*. *(Voir aux mémoires.)*

M. le Dr **Georges Rœssinger** communique à la Société les principaux résultats des recherches qu'il a entreprises en 1899 et 1900 dans *la vallée de Lauenen* (Préalpes bernoises). Ces recherches ont été faites sur le conseil et avec l'aide de M. Maurice Lugeon. M. Rœssinger a reconnu que dans cette vallée, comme en beaucoup d'autres points déjà étudiés, le contact des Préalpes et des Hautes-Alpes est jalonné par une zone excessivement disloquée qui forme le bord même des Préalpes et s'étale en recouvrement sur le pied des Hautes-Alpes. Cette zone, dite *Zone des cols,* est constituée à Lauenen par un dédale d'innombrables écailles, en forme de lames ou de lentilles, empilées les unes sur les autres. Sur une des arêtes on rencontre, en cheminant environ 4 à 5 km., dix-sept de ces écailles superposées. La structure imbriquée donne lieu aux contacts et aux alternats de terrains les plus bizarres. Les écailles sont de toutes les tailles, depuis celles dont la longueur s'évalue en kilomètres, jusqu'à des débris gros comme le poing. C'est dire que la contrée présente les caractères d'une vraie *brèche de dislocation* dont les éléments peuvent être gigantesques ou très réduits. Il est à remarquer aussi que les écailles très étendues sont formées toujours, à Lauenen, de terrains mous (schistes et marnes), tandis que les écailles de roches résistantes (calcaires, par exemple) sont toutes de dimensions restreintes ; cela indique que la Zone des cols a subi une *lamination énergique.*

M. Rœssinger montre que la tectonique singulière de la Zone des cols ne peut guère s'expliquer que par la *théorie du charriage des Préalpes,*

de MM. Schardt et Lugeon. D'après cette théorie, en effet, il faut concevoir la Zone des cols comme un amas de débris jadis situés bien plus au sud et arrachés à leur emplacement originel par la marche des autres nappes préalpines vers le nord. Cette hypothèse explique très bien, même dans le détail, l'état de dislocation intense et de lamination de la Zone des cols. L'étude de M. Roessinger fournit donc des arguments nouveaux à la grandiose théorie des deux géologues, et il devient de plus en plus probable que les Préalpes sont une masse montagneuse qui a été transportée depuis les parties centrales des Alpes jusqu'au bord du plateau suisse.

M. F.-A. Forel montre à la Société et offre au musée géologique des échantillons de Löss récoltés par M. le professeur Dr K. Futterer, de Carlsruhe, et provenant de la vallée du Rhin d'une part, et de la Chine, province de Kansu, d'autre part.

M. F.-A. Forel expose ses idées sur la purification des eaux lacustres. *(Voir aux mémoires.)*

M. Paul Jaccard. ***Mélanges biologiques.*** — 1° L'auteur présente un têtard de grenouille obtenu par le développement d'un œuf recueilli au commencement de mars et qui, pendant quatre mois, a vécu sans autre nourriture que les germes atmosphériques tombés dans la petite goutte d'eau (10 cm³ environ) où il vit. Cette eau recouvre une couche de 3 à 4 mm. formée par les excréments du têtard. Ces excréments, comme ceux d'autres animaux aquatiques (lymnées, paludines, en particulier), paraissent agir comme de véritables antiseptiques empêchant la putréfaction de l'eau.

2° Une série de fleurs d'*Anémone alpina*, recueillies sur le Chasseron par M. Rittener de Ste-Croix, présente toutes les formes de passage vers la *dioecisation ;* les deux extrêmes sont représentées par des fleurs exclusivement mâles, d'autres exclusivement femelles.

3° L'auteur présente en outre une forme à feuilles géantes du *Sedum dasyphyllum* provenant des gorges des Pontis (val d'Anniviers). C'est un beau type de plante xérophyte à réservoir aquifère.

LIVRES REÇUS

du 1er novembre 1900 au 1er décembre 1901.

I. Echanges.

Suisse.

AARAU. Argau. Naturf. Gesell. Mitth., IX.
BALE. Soc. des sc. natur. Verhandlungen, XIII, 1-2. Vol. XIV.
BERNE. Soc. helvét. des sc. natur. Verhandlungen. Compte rendu de la 83e session.
— Commission géologique fédérale. Matériaux pour la carte géolog. de la Suisse. —
— Bibliographie nationale suisse. Fasc. V, 9, c.
— » » » Bulletins 1-10.
— Schweiz. Botan. Gesellsch., Bericht, Heft XI.
— Naturf. Gesell. Mitth., 98-99, 1900.
COIRE. Naturf. Gesell. Jahresbericht. Vol. 44, 1900-1901.
FRAUENFELD. Thurg. naturf. Gesellsch. Mitth., 14
FRIBOURG. Soc. des sc. natur. Bulletin, vol. VIII. Mém. Géol. et Géog. I, 1-4; Chim. I, 1 et 2. Botan. I, 1.
GENÈVE. Soc. de phys. et d'hist. natur. Mémoires, T. 33, p. 2.
— Soc. de géographie. Le Globe. Bulletin, T. 40 : 1 et 2. Mém. 1 et 2.
— Institut nat. gen. Mémoires, T. 18.
LAUSANNE. Soc. géologique suisse. Eclogæ geologicæ helveticæ, VII, 1-2. — Réunion Zofingue, 1901.
NEUCHATEL. Soc. de géographie. Bulletin, 1900, T. XIII.
— Soc. Neuch. des Sc. Nat., T. XXVII, 1898-99.
SCHAFFHOUSE. Schweiz. entomologische Gesellsch. Mittheilungen, X, 8.
SOLEURE. Naturf. Gesells. —
ST-GALL. Naturf. Gesellsch. Berichte über die Thätigkeit, 1898-99.
VALAIS. Société murithienne. Bulletin, 29 et 30.
WINTHERTHUR. Naturwiss.-Gesells. —
ZURICH. Naturf. Gesellsch. Vierteljahrsschrift, 1901. février-juin. — Neujahrsblatt, 103.

Allemagne.

BERLIN. Deutsch. geolog. Gesellschaft. Zeitschrift, LII, 3, 4; LIII, 1-3.
— Physikal. Gesellschaft. —
— Königl. preuss. Akad. der Wissensch. Sitzungsberichte, 1900, 39-53; 1901, 1-38.
— Königl. preuss. meteorol. Institut. Ergebnisse der meteorologischen Beobachtungen in Deutschland. Jahrg. 1900, I, II; 1896, III. Bericht über seine Thätigkeit, 1900. Abhandl. I, 6.
— Gesellschaft für Erdkunde. Verhandlungen. XXVII, 9-10; XXVIII, 1-9. Zeitschrift, XXXV, 4-6; XXXVI, 1-4.
— Botanischer Verein für die Provinz Brandenburg. Verhandlungen, 1900.
— Archiv für Naturgeschichte. —
— Konigl. preuss. geolog. Landes und Bergakademie. Jahrbuch, 1899.
— Deutscher Seefischerei-Verein, 1-14.

BONN. Naturhist. Verein der preuss. Rheinlande. Verhandlungen, 1900, 1, 2.
» Niederrheinischen Gessels.; Sitzungsberichte 1900, 1-2.

BREMEN. Naturwissensch. Verein. Abhandl. Vol. 15, 3.

CASSEL. Verein fur Naturkunde. Berichte, 1900-1901.
— Naturhist. Gesell. 1899 et 1900, 1-5.

CHEMNITZ. Naturwissens. Gesells. —

DARMSTADT. Verein für Erdkunde. Notizblatt, IV, 21; id. encore IV, 21.

DRESDEN. Naturwiss. Gesellsch. Isis., 1900 (Juillet-décembre).

DURCKHEIM. Pollichia. Mittheilung 1900, 13-15

DUSSELDORF. Natur. Verein. —

ERLANGEN. Physik.-Medicin. Societät. Sitzungsberichte. H. 32.

FRANKFURT a. M. Senckenberg. naturf. Gesellsch. Bericht, 1901.

FRANKFURT a. O. Naturwissensch. Verein des Regierungsbezirkes. Helios, 1901.
— Societatum Litteræ, 1900, XIV, 1-12.

FREIBURG in B. Naturforschenden Gesellschaft, Berichte, XI, 3.

GREIFSWALD. Naturw. Verein von Neu-Vorpommern und Rügen Mittheilungen, 1900.
— Geograph. Gesells. —

HAMBURG. Verein für naturw. Verhandlungen, 1900; Abhandlung, XVI, 2.
— Deutsche Seewarte. Meteorologisches. Jahrg. XXII.
— Naturhistorisch. Museum. Mitteil. 1898, 1899, 1900.

HALLE. Léop. Carol. D. Acad. V, 72, 2; 74, 8; 77, 1, 2, 5, 6.
— Verein für Erdkunde. Mitteil. 1901.
— Naturhistorisch. Gesellsch. 48. u. 49. Jahresb.

HEIDELBERG. Naturh.-medizin. Gesellsch. Verhandlungen, Neue Folge VI, 4, 5.

KARLSRUHE. Naturwissens. Vereins, Verhandlungen. Vol. 14. 1900-1901.

KIEL. Naturw. Verein für Schleswig-Holstein. Schriften, XII, 1.

KÖNIGSBERG. Physik.-ökonom. Gesellsch. Schriften, XII, 1900.

LANDSHUT. Botan. Verein. Bericht, 1898-1900.

LEIPZIG. Verein für Erdkunde. Mittheilungen, 1900; Veröffentl. V; Atlas Würmsee.

— Beiblätter zu den Annalen der Physik und Chemie; 1900, 11-12; 1901, 1-11.

— Mittheilungen der Verlagsbuchhandlung. —

— Carus. Zoologischer Anzeiger, 632-658.

— Wissensch. Zoologie Zeitsch. Vol. 69, 1-4; Vol. 70, 1-2.

— Natur. Gesells. Sitzungsberichte. —

— Deutsch. Physik. Gesell. Verhandl., 1900, 17; 1901, 1-10.

— Kryptogamen-Flora, Dr. Rabenhorst. Lief. 36.

MULHOUSE. Société industrielle. Bulletin, 1900, nov.-décemb.; 1901, janv.-juillet. Procès-verbaux. Programme des prix pour 1902.

MÜNCHEN. Königl. bayer. Akad. der Wissensch. Sitzungsberichte, Math.-Physik. 1900, 3; 1901, 1, 2. Inhalt-Verzeich. 1886-1899. Catalog. 101 *bis*.

— Gesellsch. für Morphologie und Physiologie. Sitzungsberichte, XVI, 1, 2, 3.

MÜNSTER. Westfälisch. provincialverein. Jahresb. 27.

NUREMBERG. Naturhist. Gesells.

OSNABRÜCK. Naturw.-Verein. Jahresb. 1899-1900.

PASSAU. Naturw.-Verein. Berichte. 1898-1900.

REGENSBURG. Naturwissens.-Vereines. —

STRASBOURG. Soc. des sc. agric. et arts de la Basse-Alsace. Bulletin 1900, 7-10; 1901, 1-8.

— Meteorol. Beobach. in Reichsl. Elsass-Lothringen, Ergebenisse 1897.

STUTTGART. Vereins für Vaterländis. Naturk. in Wurttemberg. —

WIESBADEN. Nassauischen Verein für Naturk. —

WÜRZBURG. Physik.-medizin. Gesellsch. Zeitschrift. Sitzungsberichte. —

ZWICKAU. Vereins für Naturkund. —

Empire britannique.

ADELAÏDE. Royal society of South Australia. Transactions and Proceedings, XXIV, 2; XXV, 1.

BELFAST. Natur. hist. and philosoph. society. Proceedings, 1900.

BIRMINGHAM. Nat. history. and philos. Society. Proceed. X, 1-2; XI, 1. Records of meteor. observ., 1896-97.

BRISTOL. Naturalists' Society Proceedings, IX, 2. — Index du vol. 8; liste des échanges.

CALCUTTA. Geological Survey of India. Vol. 33, part. 1.

LE CAP. South African Philosophical Society, Transactions, vol. XI, part. 2, 3; XII, 1-563; list. 1-10.

DUBLIN. Royal irish Acad. Proceedings. Vol. VI, 2, 3. Vol 7. Transact. 31, 9, 10, 11.

DUBLIN. Royal Society, scient. —

EDIMBOURG. Royal College of Physicans. Laboratory. —

— Royal Society. —

— Geolog. Society. Vol. 8, 1.

HALIFAX. Nova scotian Institute of natural science. Proceedings and Transactions, Vol. X, part. 2.

LONDON. Royal microscop. society. Journal, 1900, 6; 1901, 1-5.

— Geological society. Quarterly Journal, 225-228. — Geological literature, 1900.

— Linnean society. Journal; Zoology, 181-183; Botany 242-243. — Proceed. nov. 1900-juin 1901. — Liste des membres, 1900-1901.

— Royal society. Proceedings, 439-452. Report to the Malaria committee, décemb. 1900-avril 1901.

— Zoological society. Proceedings. 1900, 4; 1901, 1-2. — Transactions, XV, 5, 6, 7; XVI, 1, 2.

MANCHESTER. Geological society. Transactions, XXVII, 1-7.

— Literary and philosophical Society, Memoires et Proceedings. Vol. 45, 1-4.

OTTAWA. Royal Society of Canada. Proceedings and Transact., Vol. VI, s. II. Carte du vol. V.

— Geological Survey of Canada. Relief map. of Canada and U.S.

SIDNEY. Royal society of New-South Wales. Transactions and Proceedings, XXXIV, 1900.

— Australian museum. Rep. of trustes, 1899.

TAUNTON. Archeological and natural History. Proceedings, 1900.

TORONTO. Canadian Institute. Proceedings, vol. II, N° 10. Transact. N° 13.

Amérique.

BOSTON. American acad. of arts and sciences. Proceedings, Vol. XXXVI, 5-29.

— Natural history society. Mem. Vol., 6, 7; Proceedings, XXIX, 9-14. Occasional papers, V, I, III, 1900.

BUFFALO. Society of Natural sciences, Bulletin, vol. VII, 1.

CAMBRIDGE. Mass. Museum of comparative Zoology. Bulletin, vol. 36, 5, 6, 7, 8. Vol. 37, 3. Vol. 38, 1, 2, 3, 4.

CINCINNATI. Soc. of nat. hist. Journal, XIX, 7-8.

— Lloyd Library Cincinnati. Bulletin 1900, n° 2.

CHICAGO. Academy of sciences. Meteorites.

COLOMBUS. Ohio State University. Ann. Rep., 1900.

DAVENPORT. Academy of Natural sc. —

DENVER. Colorado scient. Society. Proceedings, vol. 7, 13-36 (avril-mai 1901).

EASTON. Mass. American Association for the avancement of science. Proceed., 1900.

LAWRANCE. The Kansas University quarterly. Bulletin, I, 3, 4, 8. II, 1.

MADISON. Visconsin Geological and Natural History survey. Bullet. Nos 3, 5, 6, 7.
— Visconsin Academy, Transactions vol. XII, part. II; XIII, part. I.

DES MOINES. Jowa Geological survey. Annual report 1899.

MONTEVIDEO. Museo national, annales, T. III, 241-492.

NEW-HAVEN. Connecticut Academy of arts and sciences; Transactions vol. X, part. 2.

NEW-YORK. Acad. of sciences. Annals, XII, part II and III; XIII, 1, 2, 3. Mémoires, vol. II, part 2, 1900; part. 3, 1901.
— American museum of natural history. Bulletin, XI, 3; XIII, 1900. Annual Rep. 1900.
— Public Library. 1900, 1-12; 1901 (V. 5), 1-7.

PHILADELPHIE. Acad. of natural science. Proceed. 1900, part. 2, 3.
— American philosophical society. Proceedings, 161-166. Memorial, vol. I.
— Franklin institute. Journal. Vol. 151, 1-6; 152, 1-5.
— Wagner free institute, Transactions, Vol. III, 1900.

RALEIGH. Elisha Mitchell Scientific Society. Journal, 1900, I.

ROCHESTER. Academy of sciences. —

SAN FRANCISCO. California academy of sciences. Proceedings I, Zoolog., II, 1-6; Botanique I, 10; Geologie I, 7-9; Math.-Phys., I, 5-7.

ST-LOUIS. Missouri Botanical Garden. Annual Report, 1901.
— Academy of science. Vol. IX, 6-9; X, 1-8.

TURFTS COLLEGE MASS. Turfts College. —

URBANA. Illinois State laboratory of Nat. Hist. Bulletin, vol. V, art. 11-12.

WASHINGTON. Department of agriculture. Report 1900. Division of Biological survey, Bulletin, 14. Nord. american. fauna, 16, 20, 21.
— Geological survey. Bulletin, nos 163-176. Ann. Report, 1898-99, 2-7. Monographie, Alaska, vol. 39, 40.
— Biolog. survey. Bulletin 14.
— Bureau ethn. Annual report, 95-96, 96-97.
— Smithsonian institution. Annual report, 1897, II, à double; 1898; 1899, à double. Special bulletin, 1900, I. Bulletin 47, nat. Museum.

MEXICO. Sociedad cientifica Antonio Alzate. Memorias, XIV, 9-12; XV, 1-6.
— Observatorio meteorologico central. Boletin mensuel. 1900, juin-décembre; 1901, janvier-juin.
— Instituto Geologico de Mexico. Bulletin, no 14.

SAN JOSÉ DE COSTA RICA. Museo nacional informe, 1900, 1-9.
— Instituto fisico-geogr. Boletin I, 4, 6, 7, 8.

PARA. Museo Parænse de Hist. Nat. e Etnogr. Vogelw. 1-12; Arboretum, 1, 2.

RIO DE JANEIRO. Museu nacional. Bollettino mensuel, 1900, mai-décembre. Annuario, 1901.

BUENOS-AIRES. Instituto geogr. argentino communicationes. T. 8, 9.

CORDOBA. Acad. nacional de Ciencias. T. 16, 2*a*, 3*a*, 4*a*.
SANTIAGO. Soc. scientif. du Chili, T. X, 2; XI, 1, 2.
— Deutsch. Wissensch. Verein zu Santiago. —
VALPARAISO. Revista chilena de Hist. Nat. 1900, 10-11; 1901, 1-4.

Autriche.

BRÜNN. Naturforsch. Verein. Verhandlungen, 1899, Bericht der meteor. Commission, 1898.
BUDAPEST. Musée national de Hongrie. Revue, XXIV, 1-4.
— K. Ungarisch-geol. Anstalt. Mittheilungen, XII, 3-5. Jahresb., 1898.
— Institut royal géologique de Hongrie. —
— Ungarisch.-geolog. Gesell. « Foldany Közlony ». B. 30, 8-12; B. 31, 1-4.
CRACOVIE. Académie des sciences. Bulletin international, 1900, nov.-déc.; 1901, 1-6. — Sprawozdanie, T. 35. Catalog. litt. polon. I, 1-2.
KLAGENFURT. Naturhistorist. Museum. Diagr. 1900. Jahresb. 1900.
KLAUSENBURG. Société du Musée de Transylvanie (section des sc. médicales) Sitzungsberichte B. 22 (I), 3; B. 23 (I), 1, 2; B. 22 (II), 1-3; B. 23 (II), I.
GRATZ. Naturw. Verein, Steiermark. Mittheil. 1900. — Führer, St.-Johanneum; Jahresbericht.
— Verein der Aerzte, 1900. Heft 37.
INNSBRUCK. Naturwiss.-medizin.-Verein. B. 26.
PRESBURG. Vereins für Natur Heilkunde. Verhandl. 1900.
WIEN. K. k. geolog. Reichsanstalt. Jahrbuch 1900, 1-4. Verhandlungen, 1900, 13-18; 1901, 1-10.
— K.-Akademie der Wissenschaften. Abteil. I, B. 108, 1-10; B. 109, 1-10; Abteil. II, B. 108, 1-10; B. 109, 1-10; B. 110, 1-3.
— Œsterreich. Gesellsch. für Meteorologie und deutsche meteor. Gesellsch. Meteorologische Zeitschrift, 1900, 12; 1901, 1-11.
— Zoolog.-botan. Gesellsch. Verhandl., L, 1-10.
— Section für Naturkunde des Œsterr. Touristen-Club. Mittheilungen, XII. Jahrgang.
— Verein zur verbreitung naturw. Kenntnisse. Schriften, 1900-1901.
— Vereine der Geograph. an der Univers. —
— K. k. Geogr. Gesellsch.
ZAGREB (AGRAM) CROATIE. Societæ Historio-Naturalis Croatica, Vol. XII, 4-6.

France.

ABBEVILLE. Société d'Emulation. —
AMIENS. Société linnéenne du Nord de la France. —
ANGERS. Société d'Etudes scientifiques, 1899.
ANNECY. Soc. florimontane. Revue savoisienne, 1900, 4; 1901, 1-3.

AUTUN. Société d'hist. naturelle. Bulletin XII, 2.
AUXERRE. Soc. des sc. histor. et natur. de l'Yonne. Bull., vol. 53, 54.
BELFORT. Soc. belfortaine d'émulation. —
BESANÇON. Soc. d'émul. du Doubs. —
— Archives de la flore jurassienne, 1900, 10-16.
— Université. Institut botanique (Prof. Ant. Magnin), 1, 2, 3.
BÉZIERS. Soc. d'étude des sc. natur. —
BÔNE. Académie d'Hippone. —
BORDEAUX. Soc. linnéenne. Actes, vol. LV, 5. Catalogue.
— Soc. des scienc. phys. et nat. Mémoires 1-5. — Procès-verb. 1894-1900.
— Commission météorol. Observations.
BOURG. Soc. sc. nat. de l'Ain, 1900, 4e trimestre; 1901, 23, 24.
CAEN. Soc. linnéenne de Normandie. Bulletin, 1900, vol. 3, 4.
CARCASSONNE. Société d'Etudes scientifiques de l'Aude. —
CHALON s/ SAÔNE. Soc. des sc. nat. de Saône et Loire, 1900, 8-12; 1901, 1-4.
CHAMBÉRY. Acad. des sciences. Mémoires t. 8.
CHARLEVILLE. Soc. d'histoire naturelle des Ardennes. —
CHERBOURG. Soc. nationale des sc. nat. Mémoires 1898-1900.
DAX. Société de Borda. Bulletin, 1900, 3, 4; 1901, 1.
GRENOBLE. Soc. dauphinoise d'ethnologie et anthropologie. Bulletin. T. VII, 3, 4; T. VIII, 1.
— Société de statist., des sc. nat., des arts, etc., de l'Isère. Série IV, t. 5.
LE HAVRE. Société géologique de Normandie.
JONSAC. Soc. pour la diffusion des sc. phys. et nat. Bulletin 3.
LE MANS. Société d'agriculture et des arts de la Sarthe. Bulletin, 1900, 4e trimestre; 1901, 1, 2.
MACON. Soc. d'histoire naturelle. Bulletin trimestriel, No 1-6, 17 (anciens); Journal des naturalistes, 1, 2, 3.
MARSEILLE. Société scientifique industr. —
— Faculté des sc. Annales, XI, 1-9.
— Société scientifique Flammarion. —
— Société de statistique. Répertoire des Travaux, 1899-1900.
NANCY. Académie de Stanislas. —
— Soc. des sc. Bulletin. Série III, T. I, fasc. 6; T. II, fasc. 1.
NANTES. Soc. des sc. natur. de l'Ouest de la France. Bulletin, X, 3.
PARIS. Société zoologique. Bulletin, T. XXV.
— Académie des sciences. Comptes rendus 1901, 1er semestre, 1-25; 2e semestre, 1-22.
— Soc. des ingén. civils, 1900, 12; 1901, 1-10. Annuaire 1901.
— Soc. géologique de France. Bulletin, XXVIII, 7, 8.
— Société minéralogique. Bulletin, XXIII, 8-9; XXIV, 1-6.
— Feuille des jeunes naturalistes, 363-374. Bibliothèque, liste.
— Soc. d'anthropologie. Bulletin, T. I, 2-6. Table générale 1860-1899.
— Soc. française de physique. Séances, 1900, fasc. 2, 3, 4; 1901, fasc. 1.

PARIS. Muséum d'histoire naturelle. Bulletin, 1900, 1, 2, 3, 7, 8.
— Bull. des services de la carte géolog. de France, XI, 72-76.
— Journal de l'Ecole polytechnique. Série II, 5, 6.
ROCHECHOUART. Soc. des amis des sc. Bulletin, X, 2-6; XI, 1.
ROUEN. Société industrielle, Bulletin.
ST-DIÉ. Soc. philom. vosgienne. Bulletin, 1900-1901.
TARARE. Soc. des Sc. Natur., Bulletin, 1900, 11; 1901, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9.
TOULOUSE. Soc. d'Hist. Nat., années 1899, 3; 1900, 1-7.

Italie.

ACIREALE. Accad di sciences, lettere e arts. —
BOLOGNE. R. Academia. del Scienze. —
CATANE. Accademia Gioenia di sc. natur. Atti, XII. Bolletino fasc. 64, 65, 66, 68, 69, 70.
MILAN. Soc. italiana di sc. natur. Atti. Vol. 39, 3, 4; vol. 40, 1-3; Memorie, vol. 6, 3.
— R. Instituto Lombardo di Scienze e let. Memorie, vol. 18, 7-10; Rendiconti 22.
PAVIE. Maggi, Zoja, de Giovanni. —
PÉROUSE. Accademia medico-chirurgica. —
PISE. Soc. toscana di sc. natur. Atti, vol. XII, 137-139.
— Soc. italiana di fisica. Il nuovo cimento. 1900, sett.-dec.; 1901, genn.-sett.
ROME. Reale accademia dei lincei. Atti, 1900, IX, 2e semestre, 12. Vol. X, 1er semestre, 1-12; 2me semestre, 1-10. Rendic. del anununza
— Comitate geologico d'Italia. Bollettino, 1900, 3, 4; 1901, 1, 2.
— Soc. Zoologica italiana. Bolletino, vol. I, 3, 4.
SIENNA. Laboratorio ed orto Botanico. Bolletino, Vol. III, fasc. 3, 4.
VENISE. Reale istituto veneto. Atti. LX, 2.

Belgique.

BRUXELLES. Société malacologique. Annales, T. XXXIV, p. 1-28; T. 35.
— Université nouvelle, Institut Géograph. de Bruxelles; Publication no 1-6. Carte.
— Soc. entomologique. Annales, XLIV.
— Soc. royale de botanique. Bulletin 39.
— Société belge de microscopie. —
— Soc. belge de géologie. XIII, 2; XIV, 4; XI, 4-5; XV, 1-4.
— Observatoire royal. —
— Institut international de Bibliographie. —
LOUVAIN. La cellule. XVIII, 1.

Luxembourg.

LUXEMBOURG. Société des naturalistes luxembourgeois « Fauna ». Compte-rendu, 10e année
— Société de botanique. Mémoires et travaux, recueil 14.
— Institut grand-ducal. Publicat. T. 26.

Danemark.

COPENHAGUE. Académie royale. Bulletin, 1900, 4-6 ; 1901, 1-3. Fortegnelse jan. 1900. De nova stella, 3me cent. de Tycho Brahé.
— Naturhistorische Forening. Videnskabelige Meddelelser 1900.

Egypte.

LE CAIRE. Institut égyptien. Bullet. 1899, 3; 1900, 1-8; Mémoire, T. IV, fasc. 2.

Hollande.

AMSTERDAM. Acad. roy. des sc. Verslagen en Medeelingen. Jaarbock, 1900. Verhandlungen, VII, I, 6-7 ; II, 4-6. Zittingswerslagen, IX ; Proceedings (sect. des sc.), Vol III.
HARLEM. Musée Teyler. Archives ; VII, 2e part.
— Soc. hollandaise des sc. Archives neerland., série II, 4-6; T. IV, 1-3.
UTRECHT. Institut météorol. des Pays-Bas. Annuaire, 1898.

Espagne et Portugal.

BARCELONE. Reale accademia de Ciencias y artes. Boletin, Vol. I, 28, 29, 30. — Personal Academia. 1901.
LISBONNE. Direcção des Trabalhos Geologicos de Portugal. — Annales.
— Serviços geologicos de Portugal. Communicacoes IV.

Russie.

DORPAT. Naturforscher Gesellschaft. —
EKATHERINBOURG. Soc. ouralienne d'amateurs des sc. nat. —
HELSINGFORS. Societatis pro Fauna et Flora Fennica.
— Commission Géologique de Finlande. —
KARKOW. Travaux de la Soc. sc. de Médecine et d'hygiène. —
KIEW. Soc, des Naturalistes. Mémoires, T. XVI, 2.
MOSCOU. Soc. impér. des naturalistes. Bulletin, 1900, 1-4; 1901, 1-2.
ODESSA. Soc. des naturalistes de la N. Russie. Mémoires. T. XXIII, 1, 2.
ST-PÉTERSBOURG. Acad. impér. des sciences. Bullet. XII, 2-5 ; XIII, 1-3. Mémoires X, 8.
— Observatoire physique central. Annales, 1899, 1-2.
— Comité géologique. Bulletins, 1900, 1-10; 1901, 1-6. Mémoires, vol. XIII, 3; vol. XVIII, 1-2.
— Société impériale russe de géographie. Bulletin, XXXVI, 1900, 3-6; vol. XXXVII, 1-3. Procès-verbaux, 1900.
— Horti Petropolitani, acta, T. XVI et XVIII.
— Jardin Botanique. —

Scandinavie.

CHRISTIANIA. Archiv fur Math. og. Naturv., XXI, 4; XXII, 1-4.

OUPSAL. Nova acta Regiae societatis scientiarum upsaliensis, XIX.

STOCKHOLM. Acad. royale des sc. Mémoires, XXXIII-XXXIV; Bulletin, vol. LVII, 1900; Bihang, XXVI, 1-4. Lejnadsteckning, IV, 1-2.

— Observations météorologiques suédoises, Vol. 37, 38.

— Entomologisk Tidskrift, 1900, vol. XXI, 1-4.

— Offentliga Bibliotek Accessions. Katalog 14.

TROMSÖ. Museums, Aarshefter, 1898-1899-1900. — Aarsberetning, 1898-1899-1900, 21-23.

Bulgarie.

SOFIA. Société bulgare des sciences nat. Annuaire, 1898-1900, 1-4. Travaux (1900), nº 1.

Roumanie.

BUCAREST. Institut Météréologique de Roumanie. Bulletin de l'observatoire. Annales.

II. Dons.

ALBERT Ier, prince de Monaco. Résultat des campagnes scientifiques, fasc. XVII et XVIII.

— Notes de géogr. biolog. marine.

LUCIANI, Luigi, professeur. Ricerche di Fisiologia e scienze affini, 1900.

RUTTIMAYER, L. Gesammelte kleine Schriften allgemeinen Inhalts aus dem Gebiete der Naturwissenschaft. Nebst einer autobiographischen Skizze, herausgegeben von H.-G. Stehlin. Band 1 et 2.

SCHNYTEN, C., professeur. Stad Antwerpen, Paedologisch Jahrboek. Vol. II (à double).

GUEBHARD, A. et LAURENT, L. Sur quelques gisements nouveaux de végétaux tertiaires dans le sud-est de la Provence.

GUEBHARD, A. Sur les recoupements et étoilements de plis observés dans les Alpes-Maritimes.

— Notes pour la feuille de Nice S-O et confins.

— Notes sur le S-O. des Alpes-Maritimes.

DE REY-PAILHADE. La décimation du temps.

CHOFFAT, Paul. Espèces nouvelles et peu connues du Mésozoïque portugais (2 ex.).

— Limite entre le jurassique et le crétacique en Portugal (2 ex.).

— Crétacique supérieur en Mozambique.

HAGENBACH, Ed., professeur, Bâle. Der elektromagnetische rotationsversuch und die unipolare Induktion.

— Même ouvrage, traduction française par H. Veillon.

THIEULLEN, A. Deuxième étude sur les pierres figures.

COMMISSARIAT SUISSE DE L'EXPOSITION DE PARIS 1900. Instruments de précision, monnaies et médailles. Rapport de M. Henri Dufour (3 ex.).

UNIVERSITÉ DE LAUSANNE. Travaux scientifiques sortis des nouveaux laboratoires de chimie. (Direction du prof. H. Brunner.)

MUSÉE D'HISTOIRE NATURELLE DE LAUSANNE. Rapport des conservateurs pour 1900 (2 ex.).

LOCHMANN, J.-J., colonel. La nouvelle carte murale de la Suisse pour les écoles.

RENEVIER, E., prof. Commission internationale de classification stratigraphique.
— Tranchée glaciaire sous la place Bel-Air, à Lausanne.
— Collection de brochures scientifiques et journaux par divers auteurs.

RUCHONNET, Charles, à Lausanne. Exposition géométrique des propriétés générales des courbes. Un vol. avec planches.

SCHENK, Alexandre, prof.-doct. Les sépultures préhistoriques de Chamblandes.
— Les populations primitives de la Suisse.

SCHARDT, Hans, prof.-doct. Mélanges géologiques sur le Jura neuchâtelois et les régions limitrophes.
— Le crétacique moyen du synclinal du Val-de-Travers - Rochefort.

DUFOUR, H., professeur, Lausanne. Instruments de précision, monnaies et médailles; rapport sur l'exposition universelle de Paris, 1900 (3 ex.).

KOOL, C.-J., Vevey. Théorie de la capillarité par E. Matthieu.
— Versuche über die math. Theorie des Lichtes von Charles Briot.
— Introduction aux principes mathématiques des lois générales du monde physique.
— La conservation de l'énergie, par B. Stewart.
— Méthode générale d'intégration continue d'une fonction numérique quelconque, par R. Pictet et G. Cellérier.
— Die elektrischen Kräfte.
— Die aberration der Fixsterne.
— Démonstration du théorème fondamental du plan, par C.-J. Kool, ancien ingénieur des ponts et chaussées des Pays-Bas.

FOREL, A., Dr. Formiciden des Naturhistorischen Museums zu Hamburg.
— Formiciden aus dem Bismark-Archipel.
— Critique des expériences.
— Sensations des insectes, 4e et 5e partie.

RUTTO. L'homme préquaternaire.
— Industries paléolithiques primitives.
— Sur l'aire de dispersion actuellement connue des peuples paléolithiques en Belgique.

BURNAT, Emile. Flore des Alpes-Maritimes. Vol. III, 1re partie.

UNIVERSITÉ DE BERNE. Die naturwissenschaftlichen und medicinischen Institute der Universität Bern, 1896.

SARASIN, Edouard. Les oscillations du lac des Quatre-Cantons, avec planches I, II et III.

PLATEAU, Félix. Observations sur le phénomène de la constance chez quelques hyménoptères, Bruxelles.

— Nouvelles recherches sur les rapports entre les insectes et les fleurs.

— Expériences sur l'attraction des insectes par les étoffes colorées.

LÖWENTHAL, N. Drüsenstudien, II.

VAN MUYDEN, A. Régime du Rhône alpestre.

GOPPELSRŒDER, Fried., Bâle. Capillaranalyse.

HINRICHS, Gust., St-Louis (Mo.), U.S.A. The absolute atomic Weights ...and Unity of Matter.

III. Abonnements.

Annuaire géologique universel.

Archives de la Bibliothèque universelle.

Archiv für Naturgeschichte.

Biologisches Centralblatt.

BRONN'S. Klassen und Ordnungen des Thier-Reichs.

Bulletin de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale (Paris).

Bulletin des sciences pharmacologiques (Paris).

Catalogue des scientific Pepers.

Deutsche Mechaniker-Zeitung.

Die chemische industrie (Berlin).

Mémoires de la station zoologique de Naples.

Mémoires de la Société géologique de France.

Mémoires de la Société paléontologique suisse.

Nouveaux mémoires de la Société helvétique des sciences naturelles.

RABENHORST. Kryptogamen-Flora.

Revue suisse de zoologie (annales du Musée d'histoire naturelle de Genève).

Schweizer Alpen Club; Jahrbuch und Beilagen.

WURTZ. Second supplément du Dictionnaire de chimie.

Zeitschrift für Wissenschaftliche Zoologie.

Zeitschrift für Instrumentekunde (Berlin).

Zeitschrift für angewandte Chemie (Berlin).

Zoologisches Adressbuch.

Beiträge zur Kryptogamenflora der Schweiz.

BSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A LA

STATION MÉTÉOROLOGIQUE

DU CHAMP-DE-L'AIR

INSTITUT AGRICOLE DE LAUSANNE

Année 1900 — XIVe année.

27me année des observations météorologiques de Lausanne.

SOMMAIRE :

Résumé météorologique et tableaux.

TABLEAUX

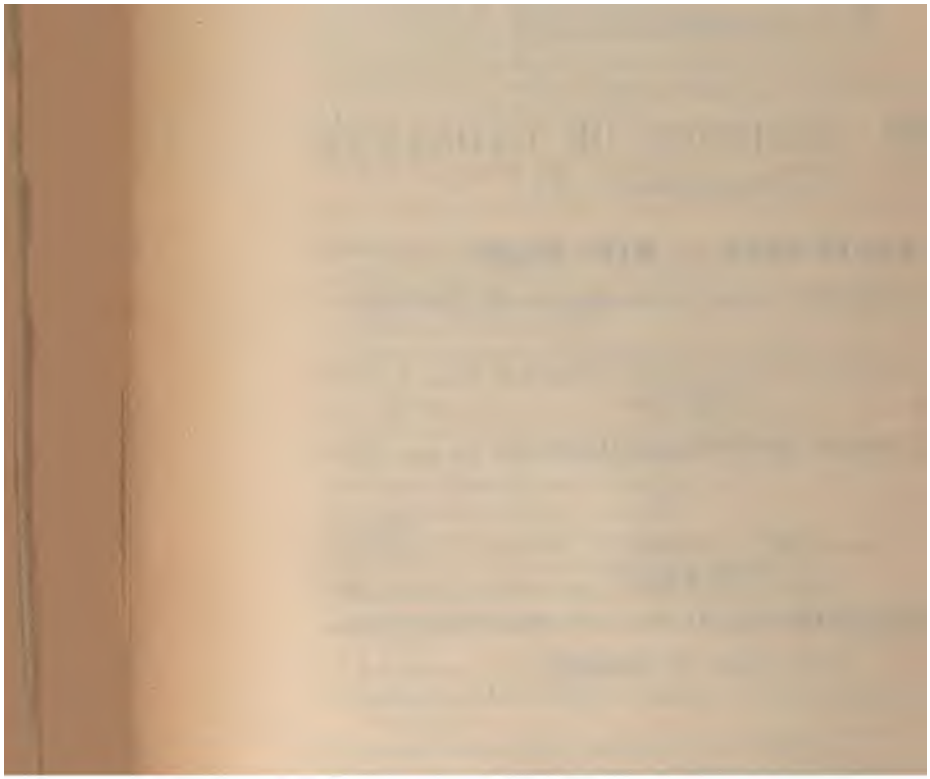
rédigés par **HENRI DUFOUR** prof., chef du service météorologique.

Observateur, **D. VALET**

LAUSANNE

IMPRIMERIE GEORGES BRIDEL & Cie

13.12.07 Soc. Reg. Lond. 1901



RÉSUMÉ MÉTÉOROLOGIQUE

ANNÉE 1900

L'année 1900 a une température un peu supérieure à la moyenne des 20 années, 1874-1893, qui nous ont toujours servi jusqu'ici dans nos comparaisons ; l'écart entre 9°90, température de 1900, et 9°02 moyenne des 20 ans, est de 0°88 ; il est de 0°83, si on compare 1900 à la série des 25 années de 1874 à 1898.

Le tableau suivant indique, pour les divers mois, les températures de l'année 1900, et en regard les moyennes calculées pour les séries de 20 ans (1874-1893), et des 25 ans (1874-1898).

Mois.	Température.	1874-1893.	1874-1898.	Ecart avec les 25 années.
Janvier . .	1.75	— 0.60	— 0.65	+ 2.40
Février . .	3.60	1.48	1.34	+ 2.26
Mars . . .	1.40	4.45	4.62	— 3.22
Avril . . .	8.05	8.89	9.00	— 0.95
Mai . . .	12.57	12.67	12.68	— 0.11
Juin . . .	17.90	16.61	16.61	+ 1.29
Juillet. . .	20.50	18.42	18.52	+ 1.98
Août . . .	17.24	17.96	17.50	— 0.26
Septembre .	16 60	14.52	14.67	+ 1.93
Octobre . .	10.40	9.05	9.11	+ 1.29
Novembre .	5.60	4.55	4.72	+ 0.88
Décembre .	3.21	0.47	0.68	+ 2.53
	9.90	9.02	9.07	

Les mois chauds sont : janvier, février, juin, juillet, septembre, octobre, novembre et décembre. Mars a été exceptionnellement froid.

Le nombre des jours *froids* et *très froids*, se répartit comme suit :

	Jours froids.	Jours très froids.
Janvier	13	4
Février	10	1
Mars	21	2
Avril	3	—
Décembre	10	—

La grande vague de chaleur qui a traversé l'Europe en juillet s'est fait sentir chez nous du 13 au 29, ou la moyenne diurne dépasse constamment 20°.

Pluie, neige, etc. La chute de pluie à Lausanne a été de **952mm6** au Champ-de-l'Air ; c'est 85mm9 de moins que la **moyenne des 20 années 1874-1893, qui est de 1038mm5, la moyenne des 25 ans 1874-1898 est de : 1027 mm.**

Le tableau suivant indique la chute mensuelle, et en regard la moyenne des 25 années. Le nombre des jours de pluie indique tous les jours où la chute a atteint ou dépassé 0mm5.

Mois.	Pluie.	Nombre de jours.	Pluie 1874-1898.
Janvier. . .	153.7	20	39
Février . .	115.8	18	52
Mars . . .	38.7	10	66
Avril . . .	45.9	12	74
Mai. . . .	61.1	13	96
Juin . . .	37.8	8	103
Juillet . . .	56.8	7	102
Août . . .	178.5	9	110
Septembre. .	54.7	7	106
Octobre . .	48.9	9	121
Novembre. .	92.4	11	85
Décembre . .	68.3	12	73
	952.6	136	1027

Insolation. Le nombre des heures de soleil s'est élevé à 1784.5 d'après les relevés faits au Bureau central de météorologie ; la répartition entre les divers mois est la suivante, elle permet une comparaison avec la moyenne des 10 années, 1886-1895.

Mois.	1900.	1886-1895.	Intensité du rayonnement. 1900.	1876-1900.
Janvier . .	43.9	69	0.79	0.79
Février. . .	51.0	102	0.82	0.84
Mars . . .	127.1	152	0.90	0.89
Avril . . .	176.2	187	0.87	0.91
Mai. . . .	203.3	217	0.78	0.84
Juin . . .	239.2	225	0.82	0.85
Juillet . . .	271.3	253	0.87	0·86
Août . . .	224.2	258	0.92	0.88
Septembre .	185.8	197	0.84	0.86
Octobre . .	163.6	135	0.88	0.87
Novembre. .	51.8	76	0.82	0.81
Décembre. .	47.1	60	0.72	0.78
	1784.5	1931	0.835	0.848

Les chiffres des deux dernières colonnes, indiquent la valeur de l'insolation mesurée entre 11 h. et 1 h. au moyen de l'actinomètre de M. Crova ; ils expriment la quantité de chaleur en calories (C.G.S.) par centimètre carré et par minute. Ces mesures ont été faites à Clarens, par M. *Bührer*, et à Lausanne, par M. *Dufour*.

Température du sol. La température du sol est mesurée deux fois par semaine aux trois profondeurs de 0^m25, 0^m50 et 1 m.

Au commencement de l'année 1900 elle était, en allant de la surface à la plus grande profondeur : 3°0 ; 3°0 ; 4°5 ; le minimum à 0^m25 a eu lieu le 9 mars avec 0°8 ; le 16 à 0^m50 avec 2°0 et le 13 à 1 m. avec 3°9. La température a atteint une valeur constante de 5°3 à 5°5 le 10 avril, c'est le commencement du régime d'été ; le maximum à la surface a eu lieu à la fin de

juillet 2 le 27, et 18°8 à 1 m. le 31. Le régime d'hiver avec 16°4 à 16°8 a commencé le 20 octobre ; à la fin de l'année, grâce à la température élevée des mois de novembre et décembre, la température était de 4°0 à la surface et de 6°3 à 1 m.

Lausanne, août 1901.

Le Chef du service météorologique :

HENRI DUFOUR, professeur.

L'Observateur : D. VALET.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU CHAMP-DE-L'AIR

TABLEAUX MENSUELS

Année 1900.

Résumé météorologique.

Janvier 1900.

Dans notre pays, la période décembre-mars est sèche; cette année, à un décembre sec, ont succédé janvier et février humides. L'abondance de la chute d'eau, la nébulosité exagérée et la douceur de la température, sont les trois caractères particuliers de ce premier mois.

La température a été de 1°75 au lieu de — 0°7, c'est un écart positif de + 2°4. Les 10 premiers jours ont été exceptionnellement chauds, température moyenne 3°6, puis est venue une courte période froide du 11 au 15, suivie d'une nouvelle période à température au-dessus de la normale. Le jour le plus froid, le 14, la température moyenne est descendue à —4°9. Le nombre des heures de soleil a atteint 44 1/4 au lieu de 69 1/2. La chute de pluie a été exceptionnelle partout; elle a dépassé la moyenne à Lausanne de 115 mm.

Lausanne, Champ-de-l'Air. .	153mm7	Valleyres-sous-Rances .	116mm8
» Pierra Portay .	138mm5	Saint-Georges	199mm0
» Montétan . . .	132mm0	Le Pont	235mm0
Morges	133mm7	Bex.	94mm6
Vevey (Praz).	133mm6	Chessel	142mm1
Palézieux (gare). . . .	185mm4	Saint-Maurice	84mm7
Chexbres	158mm6	Collombey	112mm3
Avenches	100mm9	Clarens	127mm1
Payerne.	99mm5	Les Avants	248mm0
Mimorey	145mm0	Naye	456mm0

I **Janvier 1900.**

DATES	BAROMÈTRE	TEMPÉRATURE					
	Moyenne	7 h.	1 h.	9 h.	Moy.	Max.	Min.
1	715.4	7.2	8.2	5.6	7.0	10.0	6.0
2	10.6	4.6	6.6	8.4	6.5	8.7	4.4
3	05.5	10.0	9.7	5.0	8.2	10.2	5.7
4	06.1	3.0	4.0	3.4	3.5	4.9	2.8
5	07.8	0.6	2.4	1.8	1.6	3.4	0.5
6	13.8	2.6	2.4	1.4	2.1	4.0	0.4
7	11.2	1.0	4.0	1.5	2.2	5.0	0.8
8	18.0	1.9	2.6	0.2	1.6	2.8	1.0
9	18.3	1.0	2.9	2.0	2.0	5.1	0.0
10	16.8	1.0	2.7	—0.7	1.0	3.4	0.9
11	17.1	—1.4	1.7	—1.4	—0.4	4.0	—2.5
12	15.5	—2.6	—1.5	—2.6	—2.2	—0.5	—4.0
13	13.8	—3.4	—2.7	—3.8	—3.2	—1.8	—3.7
14	12.3	—5.0	—4.0	—5.6	—4.9	—3.2	—5.0
15	11.9	—4.6	—3.0	—2.4	—3.3	—1.2	—5.6
16	09.3	—0.7	1.1	3.7	1.4	3.8	—3.5
17	12.3	5.5	6.4	6.6	6.2	7.8	1.0
18	15.3	4.6	2.7	—0.9	2.1	5.0	4.5
19	21.2	—0.2	2.6	0.0	0.8	3.5	3.5
20	24.0	—1.8	2.0	1.0	0.4	4.0	—2.0
21	21.6	2.4	6.7	3.0	4.0	8.5	—0.4
22	20.1	3.1	7.8	6.4	5.8	8.7	1.8
23	19.9	3.4	8.7	5.0	5.7	11.1	3.0
24	16.6	2.6	6.0	5.2	4.6	6.8	2.0
25	22.1	3.0	3.8	1.6	2.8	4.8	2.3
26	22.7	1.6	6.3	1.3	3.0	8.4	1.0
27	08.8	0.4	0.6	0.8	0.6	2.5	—0.4
28	695.8	0.1	0.1	—2.6	—0.8	2.2	—0.4
29	94.8	—4.0	—0.9	—1.8	—2.2	0.3	—4.5
30	98.6	—2.0	0.0	—1.1	—1.0	1.5	—2.0
31	05.6	—2.5	1.9	—1.8	—0.8	4.2	—2.5
					1.75		

Janvier 1900.

PLUIE	SOLEIL	HUMIDITÉ	VENT Vitesse en km. à l'heure			Caractère du temps et température du sol		
			7 h.	1 h.	9 h.			
Mm.	Heures	%				0m25	0m50	1m00
1.9	1.0	71	E 6	E 0	NE 4			
6.8	—	96	NE 0	E 0	E 0	3.0;	3.0;	4.5.
33.8	—	98	N 0	NW 2	NW 7			
10.2	—	100	E 0	SE 0	NE 0			
6.1	—	100	W 0	SW 0	N 0	4.0, neige;	4.5;	5.0.
—	—	94	NE 15	NE 11	NE 4			
0.5	1.3	83	NW 0	SW 1	SE 0			
0.5	—	90	SW 0	NW 0	NE 3	Neige.		
2.0	0.3	87	NE 0	NW 0	SE 0	3.0;	4.0;	5.0.
6.5	—	74	NW 12	NW 0	S 0	Neige.		
4.0	1.2	80	NE 0	W 0	NE 17	Id.		
—	6.1	76	NE 15	NE 22	NW 27	2.2, neige;	3.95;	5.1.
—	2.1	72	NE 18	NE 24	NE 0			
—	—	75	NE 10	NE 2	NE 4			
6.2	0.3	85	W 0	W 0	E 0			
19.4	—	100	SE 2	SE 14	W 0	1.4, neige;	3.0;	5.0.
12.4	—	100	NW 4	W 10	NW 12			
7.8	—	91	N 8	N 14	N 0	Neige.		
—	4.2	70	NE 0	NE 13	NE 4	2.6;	3.4;	4.6.
—	0.2	74	E 0	SW 0	E 0			
1.7	5.3	62	NW 0	SW 3	NE 0			
0.1	1.0	83	NE 0	SW 1	NE 0			
—	5.3	77	NE 0	W 6	NE 3	3.2;	3.5;	4.6.
14.0	—	88	NW 0	SW 8	W 0			
3.5	0.2	79	NW 4	SW 33	W 0			
—	7.2	79	NW 0	SE 0	NE 4	3.0;	4.0;	4.9.
10.5	—	96	S 1	SW 0	W 6	Gelée blanche.		
3.4	0.2	87	SW 31	NE 2	N 0	Neige.		
0.3	—	81	NE 0	SW 0	NE 0	Id.		
2.1	—	78	SE 0	SW 11	SW 3	2.0, neige;	3.2;	4.7.
—	4.0	64	SE 7	SW 23	NE 4			
153.7	44.1							

Résumé météorologique.

Février 1900.

Mois doux, sombre et pluvieux, tandis qu'il est ordinairement clair et sec.

La température de 3°6 dépasse de 2°4 la normale; il n'y a eu que deux jours, les 10 et 11, à température moyenne inférieure à zéro; le minimum absolu a atteint —2°7 tandis que le maximum s'est élevé à 15°5 le 25.

En revanche la nébulosité très grande de ce mois l'a rendu désagréable; le nombre des heures de soleil a été de 52 au lieu de 102; il n'y a pas moins de 14 jours sans soleil et 6 jours avec une heure seulement.

La chute de pluie est au-dessus de la normale 115mm8 au lieu de 52, en 18 jours au lieu de 10. Voici les résultats par région :

Lausanne, Champ-de-l'Air.	115mm8	Chexbres.	143mm0
» Pierra-Portay .	115mm4	Clarens.	119mm6
» Montétan . .	112mm5	Les Avants	168mm6
Morges.	139mm3	Rochers de Naye . .	304mm0
Mimorey	135mm8	Bex	132mm0
Saint-Georges. . . .	189mm7	Pont de Colombey . .	135mm6
Valleyres s/ Rances .	105mm1	Chessel	168mm5
Vevey (Praz)	123mm5	Saint-Maurice. . . .	191mm2

La température du sol était de 1°9 à 25 cm. et de 4°5 à 1 m. au commencement du mois; elle variait de 5°5 à 25 cm. à 5°0 à 1 m. à la fin du mois, c'est-à-dire quelle était sensiblement constante comme cela arrive au début du printemps.

Résumé météorologique.

Mars 1900.

A février doux et humide a succédé un mois de mars notablement plus froid que la normale. La température de 1°4 est en effet de 3° inférieure à la moyenne. Les huit premiers jours du mois, en particulier, ont formé une période exceptionnellement froide et qui eût été plus de saison en janvier. Nous trouvons dans cette huitaine 6 jours à température moyenne notablement inférieure à zéro; elle atteint — 7°7 le 5, avec un minimum de — 10°9. Une nouvelle rebuse se produit du 14 au 20, suivie enfin d'une troisième offensive du froid, du 26 au 31. Il y a eu en tout 21 jours froids et 2 jours très froids dans le mois. En même temps une bise violente s'est fait sentir du 4 au 6 puis à la fin du mois, du 29 au 31. L'insolation a continué, comme en février, à être inférieure à la moyenne, 127 $^1/_2$ heures au lieu de 152. La pluie n'a cependant pas été abondante, la chute d'eau au Champ-de-l'Air est de 38^{mm}7 au lieu de 57.

Chute de pluie dans les diverses stations vaudoises :

Lausanne, Champ-de-l'Air.	38^{mm}7	Payerne	29^{mm}5
» Montétan. .	32^{mm}5	Avenches.	25^{mm}2
» Pierra Portay.	35^{mm}6	Bex	50^{mm}9
Morges	29^{mm}0	Saint-Maurice	48^{mm}4
Vevey	42^{mm}6	Chessel	48^{mm}3
Clarens	45^{mm}4	Collombey	52^{mm}0
Les Avants	117^{mm}0	Chexbres	38^{mm}9
Naye (Dont neige 209 cm.)	276^{mm}0	Saint-Georges	52^{mm}3
Mimorey	40^{mm}5	Valleyres s/ Rances . .	43^{mm}9

La température du sol a conservé pendant tout le mois le régime d'hiver, le 30 mars la température était de 2°8 à la surface et de 4°8 à un mètre, c'est-à-dire plus basse que le 2 mars où on notait 3°1 à 0^{m}25 et 5°0 à 1 mètre.

II **Février 1900.**

DATES	BAROMÈTRE	TEMPÉRATURE					
	Moyenne	7 h.	1 h.	9 h.	Moy.	Max.	Min.
1	704.2	— 1.2	1.6	— 0.2	0.1	5.0	— 3.0
2	03.0	0.2	4.6	1.8	2.2	6.2	— 1.3
3	09.5	1.6	3.8	1.4	2.3	6.8	0.4
4	06.6	0.6	3.8	0.6	1.7	4.7	0.2
5	02.2	0.8	4.4	1.9	2.4	6.0	0.0
6	02.0	2.2	3.9	2.9	3.0	7.5	0.5
7	05.4	2.2	6.4	2.2	3.6	9.5	1.9
8	06.5	— 0.9	4.0	0.6	1.2	6.7	— 1.0
9	06.4	0.2	2.9	1.2	1.4	4.2	0.2
10	07.2	— 0.7	— 0.6	— 1.3	— 0.9	— 0.2	— 0.7
11	04.3	— 2.6	0.7	1.4	— 0.2	3.6	— 2.7
12	01.0	— 1.0	0.2	4.0	1.1	5.7	— 1.0
13	05.0	9.4	12.0	9.5	10.3	13.5	— 0.5
14	07.0	5.8	1.2	1.4	2.8	6.1	6.1
15	15.3	— 2.6	3.8	1.7	1.0	4.8	— 2.6
16	06.7	5.4	7.8	3.6	5.6	10.0	1.5
17	06.9	— 0.2	4.4	4.1	2.8	6.0	— 0.5
18	07.0	2.9	5.6	3.0	3.8	6.6	2.0
19	01.0	3.6	6.2	7.8	5.9	8.4	0.8
20	696.9	1.8	5.6	3.0	3.5	6.3	1.1
21	703.8	2.0	2.4	0.6	1.7	6.3	1.7
22	10.6	— 1.4	1.1	2.6	0.8	2.8	— 2.7
23	14.1	3.2	9.3	8.0	6.8	12.4	1.0
24	15.3	3.8	9.3	9.0	7.4	11.4	3.3
25	14.4	5.2	13.4	8.0	8.9	15.5	4.5
26	09.8	4.6	13.9	7.0	8.7	15.3	3.8
27	09.7	5.6	11.2	6.0	7.6	13.0	5.0
28	11.3	6.0	6.6	4.6	5.7	7.0	5.1
					3.6		

Février 1900.

PLUIE	SOLEIL	HUMIDITÉ	VENT Vitesse en km. à l'heure			Caractère du temps et température du sol.		
			7 h.	1 h.	9 h.			
Mm.	Heures	%				0m25	0m50	1m00
—	—	64	NE 2	E 0	NE 0			
4.1	—	74	NE 0	SW 0	NE 0	1.9;	3.0;	4.5.
—	1.2	96	NE 0	SE 0	NE 1			
—	—	83	NE 3	SW 0	NE 0			
0.1	—	90	NE 0	S 0	NE 0			
0.6	1.1	93	NE 0	W 3	W 1	2.3;	3.0;	4.3.
—	6.3	76	S 0	SW 0	N 3			
—	7.3	71	NE 5	SW 6	NE 12	Gel. bl.		
3.7	—	78	NE 5	S 1	NE 3	2.1;	3.1;	4.3.
0.6	—	78	NW 4	NW 8	NE 0			
3.4	—	83	SW 5	NW 6	NW 4	Neige.		
42.5	—	95	NE 12	SE 0	SE 8	2.0; neige	3.0;	4.3.
10.1	1.0	83	SW 7	SW 0	SW 17			
1.1	—	71	SW 36	SW 50	SW 34	Orage.		
0.2	5.1	68	SW 0	SW 0	SW 0			
1.7	—	76	SW 2	SW 31	SW 0	2.6;	3.1;	4.2.
0.5	1.1	72	SW 0	SW 3	SW 15	Gel. bl.		
5.7	1.0	77	SW 14	SW 24	SW 31			
17.9	—	92	SW 0	SW 0	SW 4	Chant du merle.		
2.1	—	88	SW 8	SW 22	SW 8	3.8;	3.9;	4.4.
1.5	1.2	83	SW 26	SW 24	SW 12			
0.5	—	63	SW 0	SW 0	SW 8			
—	3.3	73	SW 5	SW 3	SW 7	2.9;	3.5;	4.5.
—	2.3	67	SW 3	SW 1	SW 2			
—	7.3	66	SW 0	SW 0	NE 0			
14.6	4.2	78	NE 5	W 0	SE 0			
3.5	6.1	80	SE 2	SW 5	SW 0	5.5;	5.0;	5.0.
1.4	—	87	W 6	SW 16	SW 8			
115.8	52.1							

III **Mars 1900.**

DATES	BAROMÈTRE	TEMPÉRATURE					
	Moyenne	7 h.	1 h.	9 h.	Moy.	Max.	Min.
1	710.9	3.4	5.2	— 3.8	1.6	5.8	2.7
2	12.7	— 7.0	— 3.0	— 4.6	— 4.9	— 1.8	— 7.0
3	14.6	— 3.8	— 0.4	— 3.0	— 2.4	2.5	— 5.5
4	08.0	— 3.3	— 3.1	— 8.6	— 5.0	2.0	— 4.4
5	10.1	—10.9	— 5.4	— 6.8	— 7.7	— 3.4	—10.9
6	14.8	— 8.7	— 1.4	— 3.4	— 4.5	0.9	— 8.7
7	15.6	— 5.1	2.1	— 1.2	— 1.4	4.8	— 5.4
8	16.3	— 3.2	3.4	0.5	0.2	5.9	— 3.3
9	20.0	— 1.1	7.6	2.6	3.0	10.1	— 1.3
10	22.1	0.7	7.7	4.7	4.4	11.0	0.4
11	21.3	2.5	7.2	5.7	5.1	9.0	1.7
12	20.4	6.0	11.4	8.7	8.7	13.7	4.4
13	19.9	4.0	8.5	4.0	5.5	11.7	2.6
14	20.4	— 0.6	3.6	— 0.4	0.9	8.0	— 0.6
15	17.0	— 1.4	6.6	2.0	2.4	7.9	— 2.7
16	07.6	— 0.4	7.3	2.6	3.2	9.7	— 1.6
17	00.1	1.6	6.2	4.3	4.0	7.3	— 0.2
18	05.3	— 1.1	1.4	— 0.8	— 0.2	4.7	— 1.1
19	05.2	— 2.5	5.6	2.2	1.8	7.6	— 3.5
20	06.9	1.2	3.9	2.8	2.6	5.3	— 0.1
21	02.8	1.8	9.4	13.4	8.2	14.0	0.5
22	02.5	3.6	2.6	2.0	2.7	5.0	3.4
23	04.8	2.4	5.8	4.0	4.1	9.0	1.4
24	04.4	3.3	5.4	2.8	3.8	5.9	2.9
25	04.4	0.8	4.8	1.4	2.3	5.4	0.5
26	05.5	— 1.0	2.7	0.8	0.8	5.0	— 1.2
27	04.6	— 0.2	4.5	0.4	1.6	5.6	— 1.0
28	05.0	— 0.2	3.6	0.7	1.4	6.5	— 0.7
29	05.7	0.0	3.4	0.2	1.2	4.0	— 1.0
30	09.1	— 0.3	2.2	— 0.9	0.3	3.5	— 0.6
31	13.0	— 2.6	2.0	1.6	— 0.7	3.3	— 3.0
					1.4		

Mars 1900.

PLUIE	SOLEIL	HUMIDITÉ	VENT Vitesse en km. à l'heure.			Caractère du temps et température du sol.		
			7 h.	1 h.	9 h.			
Mm.	Heures	%				0m25	0m50	1m00
2.2	—	73	SW 4	SE 0	NE 36			
—	10.1	62	NE 26	NE 29	NE 20	3.1	5.0	5.0
—	4.2	64	NE 0	E 5	NE 7			
—	4.0	60	SW 2	NE 12	NE 25			
—	9.2	56	NE 42	NE 41	NE 20			
—	9.3	54	NE 20	NE 4	N 11	1.0	3.0	4.5
—	8.3	59	NE 3	S 0	NE 17			
—	8.3	58	S 0	S 7	NE 0			
—	5.3	64	NE 0	SW 0	NE 0	0.8	2.1	4.0
—	7.3	63	E 0	SE 0	NE 0			
1.1	0.3	55	NE 0	E 0	NE 0			
—	2.0	56	E 0	NE 0	NE 20			
—	1.2	66	E 0	SW 0	NE 9	1.4	2 3	3.9
—	8.2	57	NE 25	NE 18	NE 16			
—	9.3	56	NE 3	E 5	NE 0			
—	9.3	57	E 0	SW 8	SW 0	2.0	2.0	4.0
1.1	—	72	SW 0	W 5	NE 14	Gel. bl.		
0.2	2.3	61	NW 0	NE 0	N 3	Neige.		
—	7.0	50	E 4	W 0	NE 0	Gel. bl.		
1.0	—	87	E 5	NW 2	NE 0	2.2	3.2	4.2
—	3.1	87	NE 0	SW 1	E 11	Coup de föhn fort.		
6.8	—	93	W 16	NE 3	NE 0			
1.4	3.1	81	SE 8	SW 23	SW 10	3.8	4.0	4.5
12.7	—	97	SE 0	W 0	NE 0			
0.2	—	93	NE 0	SW 11	SW 14	Neige.		
—	0.3	70	NE 7	S 5	W 6			
10.0	—	69	SW 0	S 0	W 0	3.3; neige 4.2		4.8
0.1	1.3	78	NW 0	NE 8	NE 15	Neige.		
1.0	0.1	66	N 6	NE 19	NE 7	Neige.		
0.9	—	79	NE 13	NE 22	NE 20	2.8; neige 4.0		4.8
—	7.0	67	NE 35	NE 27	NE 41			
38.7	127.2							

Résumé météorologique.

Avril 1900.

La température moyenne d'avril a été de près de 1° inférieure à la normale : 8°5 au lieu de 9°4. On ne compte que 10 jours à température supérieure à 10°. Le maximum absolu a été 23°8 le 22 et le minimum — 3° le 1er; il y a eu 3 jours froids au commencement du mois.

L'insolation a dépassé la moyenne : 178 heures au lieu de 137, grâce à quelques très belles journées à 12 h. de soleil.

La chute de pluie est inférieure de 29 mm. à la moyenne du Champ-de-l'Air : 45mm9 au lieu de 75. Voici les résultats des stations pluviométriques :

Lausanne, Champ-de-l'Air	45mm9	Bex	83mm5
» Pierra Portay	44mm2	Chessel	54mm3
» Montétan	33mm5	Colombey	93mm5
Vevey	64mm9	Palézieux (gare)	87mm4
Morges	42mm2	Chexbres	77mm9
Clarens	64mm8	Saint-Maurice	79mm0
Les Avants	138mm0	Avenches	28mm7
Naye	250mm0	Payerne	30mm9
Mimorey	45mm0	Saint-Georges	50mm5
Valleyres-sous-Rances	46mm6		

La température du sol s'est élevée pendant le mois de 3°0 à 10° à la profondeur de 0m25, et de 4°7 à 8°6 à 1 mètre de profondeur.

Les premières hirondelles ont été vues le 12 avril à Orbe, et le 15 au Champ-de-l'Air.

Résumé météorologique.

Mai 1900.

Ce mois n'a pas présenté de caractère particulier. La température, 12°81, est très rapprochée de la moyenne, qui est 12°6 ; l'insolation, 205 heures, est un peu inférieure à la normale de 217 heures, et la chute de pluie est faible, 64 mm. au lieu de 104. Il y a eu quelques jours froids au milieu du mois ; le minimum était de 2°8 le 17.

La température du sol s'est élevée lentement de 11°4 à 15° à la surface (25 cm.) et de 9°2 à 12° à 1 mètre de profondeur.

Les stations pluviométriques vaudoises ont donné les résultats suivants :

Lausanne, Champ-de-l'Air	64mm1	Collombey	64mm3
» Montétan	62mm0	Palézieux	93mm8
» Pierra-Portay	64mm5	Mimorey	85mm0
Morges	56mm2	Avenches	67mm8
Vevey	74mm6	Payerne	62mm8
Clarens	72mm9	Saint-Georges	92mm0
Les Avants	84mm0	Valleyres s/Rances	67mm2
Chexbres	83mm7	Bex	86mm1
Saint-Maurice	70mm5	Chessel	76mm7

IV **Avril 1900.**

DATES	BAROMÈTRE	TEMPÉRATURE					
	Moyenne	7 h.	1 h.	9 h.	Moy.	Max.	Min.
1	713.2	—2.0	3.9	—0.2	0.6	4.6	—3.0
2	10.3	—1.4	4.9	0.8	1.4	7.5	—2.1
3	11.8	—1.0	4.0	1.4	1.5	7.7	—2.4
4	06.6	2.4	2.4	3.8	2.9	4.3	0.0
5	08.0	3.4	4.7	2.4	3.5	8.0	2.2
6	11.2	1.8	7.7	3.2	4.2	10.1	0.8
7	04.5	2.4	6.3	3.6	4.1	9.0	0.5
8	04.1	4.4	7.1	3.4	5.0	8.1	2.0
9	06.9	2.8	4.8	3.4	3.7	8.0	1.8
10	10.8	3.1	9.2	6.8	6.4	12.2	0.8
11	15.0	5.0	12.3	9.9	9.1	14.2	4.8
12	14.6	7.2	8.9	6.8	7.6	11.4	7.0
13	16.4	5.8	7.4	8.0	7.1	9.3	5.0
14	19.8	6.8	13.6	9.2	9.9	17.6	5.2
15	19.5	7.4	16.1	14.5	12.7	20.1	5.5
16	16.9	12.2	13.7	8.9	11.6	17.0	9.2
17	19.7	5.4	8.1	5.9	6.5	11.2	3.9
18	20.1	6.0	10.9	6.7	7.9	12.3	4.5
19	21.4	5.2	12.1	7.7	8.3	13.9	3.9
20	23.5	5.8	13.1	10.8	9.9	17.5	2.5
21	22.3	7.6	16.0	11.9	11.8	20.0	4.6
22	17.3	11.0	18.5	14.1	14.5	23.8	6.5
23	13.1	11.8	20.7	12.8	15.1	22.5	8.0
24	09.4	10.0	18.0	10.8	12.9	19.0	6.5
25	09.1	9.4	14.7	11.2	11.8	18.3	5.5
26	12.0	8.4	12.0	6.8	9.1	13.8	6.0
27	10.4	5.9	9.4	8.4	7.9	12.0	3.0
28	10.2	8.2	13.6	10.4	10.7	15.6	7.2
29	10.6	10.8	16.8	11.6	13.1	20.0	8.0
30	11.7	10.0	13.8	8.6	10.8	14.8	9.0
					8.05		

Avril 1900.

PLUIE	SOLEIL	HUMIDITÉ	VENT Vitesse en km. à l'heure			Caractère du temps et température du sol		
			7 h.	1 h.	9 h.			
Mm.	Heures	%				0m25	0m50	1m00
—	9.3	62	N 18	NE 26	NE 20			
0.1	7.3	58	NE 13	SW 8	NW 6	Averses ; neige.		
—	9.0	42	NE 12	S 7	E 0	3.0;	4.0;	4.7.
5.0	—	94	SW 36	SW 25	E 0			
7.8	1.1	92	E 14	W 11	E 0			
0.2	4.3	76	N 0	SW 0	N 2	4.0;	4.1;	4.8.
2.9	3.2	75	N 0	S 3	N 0			
0.3	0.3	72	NE 5	NE 18	NE 0			
—	2.0	61	N 0	N 12	NE 0			
—	6.0	52	W 0	N 4	NE 0	5.3;	5.5;	5.3.
0.6	6.1	45	E 5	S 2	SW 11			
5.3	1.1	81	W 17	S 22	SW 0			
4.3	0.1	88	SW 4	SW 20	SW 7	6.8;	6.5;	5.8.
—	11.3	60	W 3	SW 24	N 11			
—	13.0	44	NE 1	SW 2	E 0	2 hirondelles.		
3.7	2.2	50	SW 8	SW 26	NW 17			
0.1	1.1	60	N 0	SE 5	N 4	8.0;	7.8;	6.5.
—	3.0	58	N 0	NE 18	NE 7			
—	12.2	57	NE 26	NE 26	NE 41			
—	12.2	47	NE 0	SW 8	NE 13	7.7;	7.8;	7 0.
—	12.2	53	NE 5	SW 5	NE 0			
—	12.2	45	NE 0	S 3	NE 0			
0.9	8.0	51	NE 0	SW 5	NE 0	Orage; 2-3 p. in.		
0.5	4.0	69	NE 0	S 0	NE 0	10.6;	9.6;	8.0.
0.3	8.3	61	NE 0	SW 0	NE 4			
—	11.2	68	E 0	NE 17	NE 12			
4.0	2.2	81	NE 0	SE 0	E 0	10.0;	10.0;	8.6.
0.2	7.0	90	E 0	SW 4	SE 0			
6.0	2.1	76	NE 0	SW 5	W 4			
3.7	—	86	S 0	SW 4	SE 2			
45.9	178.0							

V **Mai 1900.**

DATES	BAROMÈTRE	TEMPÉRATURE					
	Moyenne	7 h.	1 h.	9 h.	Moy.	Max.	Min.
1	714.2	8.3	15.6	11.0	11.6	17.0	7.0
2	12.9	9.0	16.9	13.4	12.8	18.1	6.0
3	10.3	12.4	19.5	13.8	15.2	22.3	9.5
4	15.6	11.2	17.6	13.0	13.9	19.8	9.9
5	14.5	12.3	19.4	15.7	15.8	23.2	7.2
6	03.9	13.8	20.1	15.6	16.5	24.0	10.5
7	06.2	14.9	20.6	14.0	16.5	23.6	11.5
8	06.3	7.0	8.8	7.9	7.9	9.3	6.9
9	07.7	7.8	15.2	9.1	10.7	17.6	6.0
10	08.7	10.6	14.5	10.9	12.0	15.9	7.7
11	11.9	11.2	16.8	11.0	13.0	19.6	9.0
12	11.5	11.4	19.2	12.5	14.4	21.0	6.5
13	07.2	10.8	16.0	10.9	12.6	19.0	9.5
14	01.6	10.0	11.5	7.0	9.5	16.0	9.3
15	04.7	6.2	8.4	5.5	6.7	9.0	5.0
16	09.1	6.2	9.0	5.2	6.8	10.1	4.0
17	08.3	4.2	12.6	8.6	8.5	14.5	2.8
18	08.8	7.0	13.6	10.2	10.3	18.6	4.5
19	11.9	10.0	14.4	7.6	10.6	16.5	8.0
20	15.7	7.5	15.7	11.4	11.5	19.3	3.9
21	16.7	10.8	18.2	12.7	13.9	22.5	5.2
22	14.3	13.2	22.4	17.0	17.5	25.4	8.0
23	12.3	15.6	23.4	13.0	17.3	25.0	11.0
24	11.5	11.6	13.4	9.6	11.5	17.0	10.2
25	12.8	9.6	14.6	9.0	11.1	17.0	6.6
26	13.7	8.5	11.6	9.9	10.0	12.8	7.5
27	17.0	12.0	17.4	12.7	14.0	19.5	8.0
28	18.1	13.0	20.0	15.4	16.1	22.0	10.0
29	16.5	16.6	21.6	14.6	17.6	24.0	13.5
30	14.4	11.2	15.6	9.8	12.2	17.3	10.0
31	13.1	10.8	15.2	9.8	11.9	18.8	6.5
					12.57		

Mai 1900.

PLUIE	SOLEIL	HUMIDITÉ	VENT Vitesse en km. à l'heure			Caractère du temps et température du sol		
			7 h.	1 h.	9 h.			
Mm.	Heures	%				0m25	0m50	1m00
—	6.3	66	NE 0	NE 3	NE 7	11.4;	10.7;	9.2.
—	0.3	61	NE 3	SW 5	SW 0			
0.8	9.1	55	N 0	NW 13	NW 0			
—	8.2	58	NE 5	NE 13	NE 14	13.2;	11.9;	9.8.
—	12.0	48	NE 1	S 8	N 3			
—	5.3	52	NE 0	SW 5	NE 4			
20.2	8.2	57	SW 1	SW 4	SW 9	Ecl. à 5 h. SW.		
2.0	—	86	SE 6	SW 23	S 2	13.4;	13;	10.5.
1.0	3.0	67	SE 5	SW 4	NE 6			
—	6.3	56	NE 23	NE 20	SE 0			
—	6.3	59	NE 0	S 7	NE 17	13.0;	12.5;	11.0.
0.5	9.2	54	SW 4	SW 5	NE 8			
5.9	1.2	74	NE 2	S 3	NE 26			
7.0	0.1	94	N 6	NE 29	N 13			
3.0	—	96	NE 0	E —	NE —	12.0;	12.7;	11.0.
0.1	—	83	SE —	SW 0	NE 18			
—	13.0	63	NE 17	NE 14	NE 23			
—	5.3	62	NE 0	SW 0	NW 4	11.0;	12.7;	11.0.
0.9	2.0	67	E 0	W 0	NE 19			
—	13.1	40	NW 5	SW 14	NE 8			
—	12.2	47	NE 0	S 6	W 0			
—	13.2	43	SE 0	SW 8	SW 2	13.4;	12.7;	11.1.
15.0	6.0	66	NW 0	SW 23	N 0			
5.0	0.3	93	N 1	N 2	W 3			
0.7	7.0	65	SW 5	SW 14	NE 10	13.8;	13.5;	11.7.
2.0	—	83	NE 2	NE 30	NE 21			
—	12.2	70	NE 13	NE 17	NE 13			
—	8.3	67	E 0	NE 6	NE 2			
—	12.2	50	NE 9	N 8	NE 17	15.0;	13.8;	12.0.
—	11.2	54	NE 13	NE 18	NE 15			
—	6.3	61	NW 7	NE 18	NE 11			
64.1	205.0							

Résumé météorologique.

Juin 1900.

Mois chaud et sec; la température de 17°9 dépasse de 1°3 la moyenne de juin, et la chute de pluie de 37mm8, est de 64mm7 inférieure à la normale. Les vingt premiers jours du mois ont une température élevée de plus de 18°; la fin du mois, du 22 au 30, a été moins chaude : 16°8.

On compte 8 jours à température moyenne supérieure à 20°; les maximas absolus de 30° ont été atteints le 11 et le 17.

La température du sol s'est élevée de 14°2 à 17°2 à 0m25, et de 12°5 à 15°4 à 1 m.

Le nombre des heures de soleil a été de 248 dépassant ainsi de 23 le nombre moyen.

Les observations pluviométriques ont donné les résultats suivants :

Lausanne, Champ-de-l'Air	37mm8	Bex	69mm6
Pierra-Portay	38mm7	Collombey	84mm4
Montétan	39mm0	Saint-Maurice	75mm3
Morges	40mm7	Chessel	85mm7
Vevey	43mm2	Avenches	61mm4
Clarens	87mm8	Payerne	54mm4
Palézieux	43mm5	Cossonay	54mm6
Chexbres	32mm6	Saint-Georges	37mm7
Mimorey	31mm1	Valleyres s/Rances	29mm4

Errata. — Les températures des 6, 7 et 8 mai doivent être rectifiées comme suit : 6 mai, 16°5; 7 mai, 16°5; 8 mai, 7°9. Température moyenne du mois : 12°57.

Résumé météorologique.

Juillet 1900.

Le mois de juillet 1900 comptera parmi les mois exceptionnellement chauds. Sa température de 20°7 dépasse de 2°3 la moyenne; ce n'est pas ce fait cependant qui lui donne un caractère spécial, car il y a eu déjà en 1874, 1876 et 1881 des mois aussi chauds, en 1881 la moyenne atteignit 21°8. Ce qui a rendu la chaleur du mois passé difficile à supporter, c'est la continuité de la haute température à partir du 13. La répartition par décade donne les chiffres suivants: du 1er au 10, période froide: 15°9; du 11 au 20, période chaude: 23°05; du 21 au 31, même régime: 23°02; du 13 au 29, la température moyenne dépasse toujours 20° et nous la trouvons neuf fois supérieure à 24°, c'est-à-dire dépassant de 6° à 7° la normale.

Les journées les plus chaudes, les 17, 18, 20, 21, 26, 27 et 28, la moyenne dépasse 25°.

Les maximas absolus ont dépassé 34° les 17, 20, 21, 26 et 27, la température la plus élevée a eu lieu le 17 avec 34°4.

Cette haute température qui a été générale sur l'ouest de l'Europe et dont les grandes capitales de Paris et Londres ont particulièrement souffert, était accompagnée d'une insolation supérieure à la moyenne. A Lausanne le nombre des heures de soleil a atteint 283 1/2 au lieu de 253. La température du sol, qui au début du mois variait de 17° à 0m25 à 16° à 1 m. atteignait le 31 juillet 21° et 18°8.

La chute de pluie est inférieure à la normale; au Champ-de-l'Air on a mesuré 56mm8 au lieu de 108mm.

Lausanne,	Champ-de-l'Air.	56mm8	Chessel	92mm1
»	Pierra Portay.	67mm8	Clarens	80mm1
»	Montétan . .	71mm5	Naye	231mm1
Vevey		53mm8	Palézieux-gare	69mm3
Morges		68mm9	Chexbres	49mm2
Avenches.		96mm3	Valleyres s/ Rances . .	50mm5
Payerne		77mm1	Mimorey	60mm7
Bex		123mm8	Cossonay	76mm5
Saint-Maurice . . .		124mm3	Saint-Georges	73mm5
Collombey		100mm4		

VI **Juin 1900.**

DATES	BAROMÈTRE	TEMPÉRATURE					
	Moyenne.	7 h.	1 h.	9 h.	Moy.	Max.	Min.
1	712.4	10.4	18.0	13.0	13.8	21.6	5.6
2	11.0	13.6	21.8	15.5	17.0	25.2	9.5
3	07.0	14.4	22.4	18.0	18.3	26.0	11.3
4	05.5	17.8	25.7	18.0	20.5	28.2	12.6
5	07.9	18.4	26.2	18.2	20.9	29.3	13.1
6	11.6	17.4	24.0	17.8	19.7	26.5	14.5
7	13.2	16.2	23.6	15.0	18.3	25.9	13.5
8	14.9	13.3	18.2	13.8	15.1	23.0	13.0
9	15.5	14.2	21.4	17.0	17.5	25.5	10.1
10	14.7	16.4	23.8	18.8	19.7	29.3	11.8
11	14.5	19.2	26.8	16.6	20.9	30 2	14.0
12	14.3	17.9	25.8	17.3	20.3	29.2	12.5
13	16.7	17.8	17.4	13.5	16.2	22.2	13.1
14	20.3	13.4	19.6	14.9	16.0	23.3	9.5
15	19.3	14.9	21.3	17.8	18.0	25.2	11.8
16	18.3	17.4	25.0	19.0	20.5	28.2	13.5
17	17.6	18.2	25.7	21.0	21.6	30.0	13.0
18	16.6	17.1	16.4	17.2	16.9	24.0	16.3
19	14.6	16.2	24.6	18.8	19.9	28.0	12.9
20	13.7	18.9	19 6	16.1	18.2	21.8	14.0
21	12.6	16.9	24.0	21.6	20.8	26.5	15.0
22	15.9	17.9	12.3	11.0	13.7	21.5	17.6
23	16.7	13.0	19.2	12.8	15.0	22.1	9.7
24	15.7	14.5	21.3	14.6	16.8	25.0	9.7
25	11.6	17.0	18.0	17.1	17.4	22.9	13.1
26	13.7	13.1	11.8	10.6	11.8	18.0	11.9
27	14.3	12.4	20.1	14.8	15.8	23.5	7.5
28	12.8	14.4	19.8	16.9	17.0	24.5	10.0
29	12.4	16.4	22.6	18.9	19.3	28.1	13.5
30	14.0	17.4	25.8	19.0	20.7	28.5	12.7
					17.9		

Juin 1900.

PLUIE	SOLEIL	HUMIDITÉ	VENT Vitesse en km. à l'heure. 7 h.	1 h.	9 h.	Caractère du temps et température du sol.
Mm.	Heures.	%				0m25 0m50 1m00
—	10.0	63	NE 3	SW 10	SE 0	14.2; 14.0; 12.5.
—	10.1	64	W 0	SW 5	SW 3	
—	6.2	60	W 4	SW 0	NE 6	Orage ; 6 à 7 $^1/_2$.
—	5.1	57	SE 0	SW 10	SE 3	18.0; 16.0; 13.1.
1.0	9.2	62	E 3	SW 13	E 5	Or. au N. NE. 5-7.
—	5.2	71	W 3	SW 9	N 14	Orage ; 1 $^1/_4$-3.
1.4	13.3	54	N 11	W 6	NW 12	
—	6.3	67	E 0	S 0	NE 9	18.1; 17.2; 14.0.
—	13.0	53	SE 2	SW 6	NE 13	
—	13.2	59	NE 4	SW 6	E 0	
—	8.2	68	NE 2	SW 2	NW 6	Or. 2-3 $^1/_2$ N. NE.
3.1	10.3	69	NW 0	SW 6	N 0	19.4; 17.9; 14.9. (Eclairs à 8 $^1/_2$ h.)
4.8	0.2	91	NE 0	W 8	NW 7	Tonnerre 11.30 m.
—	13.0	52	N 2	SE 8	NE 10	
—	2.2	65	NE 0	SW 8	S 6	18.0; 17.3; 13.0.
—	11.0	55	SE 3	SW 1	NE 7	
—	12.1	54	NE 0	SW 9	NE 7	
3.1	3.3	89	SW 13	W 13	NE 13	
—	11.0	69	NE 0	SW 14	E 8	19.0; 18.0; 15.7.
8.8	2.0	85	E 3	W 18	SE 4	
—	5.2	68	SW 7	SW 15	SW 11	
13.6	2 2	86	NW 7	W 9	NE 9	18.0; 17.5; 15.1.
—	12.1	63	NW 5	SW 22	W 0	
0.4	10.0	59	NE 1	SW 10	E 5	
—	4.3	66	SE 6	SW 13	W 12	
1.6	2.0	84	SW 32	SW 6	S 4	16.5; 17.0; 15.1.
—	13.1	58	S 6	S 3	NE 17	
—	7.2	62	N 0	SW 7	SE 0	
—	9.0	63	SE 8	S 3	NE 15	17.2; 16.8; 15.4.
—	12.1	60	NE 5	SW 7	W 0	
37.8	248.1					

VII **Juillet 1900.**

DATES	BAROMÈTRE	TEMPÉRATURE					
	Moyenne	7 h.	1 h.	9 h.	Moy.	Max.	Min.
1	713.8	18.9	26.5	20.8	22.1	29.6	15.4
2	12.1	20.4	29.0	24.7	24.7	32.6	17.4
3	11.6	20.0	21.4	12.8	18.1	25.4	19.5
4	14.2	9.5	14.6	11.7	11.9	16.1	9.3
5	16.3	11.2	15.8	13.0	13.3	17.6	10.9
6	14.0	15.4	20.4	13.8	16.5	24.4	10.6
7	14.3	11.8	15.8	9.8	12.5	18.4	9.8
8	17.3	9.4	12.1	9.8	10.4	15.8	8.0
9	19.7	11.6	16.7	11.2	13.2	19.7	6.5
10	18.3	12.3	20.1	16.2	16.2	25.5	10.6
11	12.2	15.2	22.8	17.7	18.6	25.4	12.0
12	10.0	15.6	25.0	18.2	19.6	28.8	12.5
13	12.7	17.2	25.0	20.0	20.7	29.3	14.3
14	15.0	18.8	27.0	19.8	21.9	30.2	14.5
15	17.3	20.4	28.0	23.2	23.9	31.9	16.4
16	19.5	21.4	29.5	23.8	24.9	33.6	18.0
17	20.7	22.8	30.8	23.6	25.7	34.4	19.0
18	18.1	21.5	30.2	23.9	25.2	33.0	18.0
19	16.2	22.0	29.4	23.0	24.8	33.4	18.0
20	17.7	21.3	29.5	24.8	25.2	34.0	17.9
21	18.9	21.8	30.0	23.6	25.1	34.0	17.3
22	17.7	18.7	25.1	18.6	21.8	29.0	16.6
23	15.6	19.6	25.5	20.9	22.0	29.8	15.6
24	14.8	19.4	25.8	21.0	22.1	28.5	16.1
25	16.0	19.4	27.4	22.4	23.1	31.5	15.8
26	16.6	23.8	30.6	25.4	26.3	34.2	18.5
27	14.5	23.0	30.2	23.0	25.4	34.0	19.2
28	13.4	20.8	27.0	22.6	23.1	32.7	18.3
29	12.9	21.6	27.3	17.1	22.0	30.6	17.9
30	15.1	17.8	24.0	17.3	19.7	26.1	15.1
31	16.9	17.0	24.0	16.9	19.3	26.5	14.9
					20.7		

Juillet 1900.

PLUIE	SOLEIL	HUMIDITÉ	VENT Vitesse en km. à l'heure			Caractére du temps et température du sol.		
			7 h.	1 h.	9 h.			
Mm.	Heures	%				0m25	0m50	1m00
—	13.2	58	W 3	SW 5	W 0			
—	13.2	54	N 6	SW 16	W 9			
17.5	2.2	78	NW 4	W 9	N 12			
6.0	0.1	84	W 3	NE 14	N 13			
0.5	1.0	86	NE 14	NE 7	NE 9			
7.5	5.3	80	NE 2	SW 4	N 3	17.0;	17.1;	16.0.
2.0	1.1	74	NE 0	SW 15	NE 2			
0.1	2.2	68	NE 2	SE 10	NE 9			
—	9.1	52	W 4	NW 2	NE 8			
—	5.1	66	NE 0	SE 11	NE 12	16.0;	16.2;	15.6.
—	13.2	64	NE 12	NE 18	NE 14			
—	11.3	60	E 9	S 11	SW 3			
—	6.3	64	NW 1	SW 8	NE 6	19.2;	18.0;	15.9.
—	10.0	70	NE 0	SW 0	NE 1			
—	13.1	56	NE 0	SW 5	E 5			
—	13.1	60	E 0	SE 4	SE 1			
—	13.1	54	SE 0	S 6	NE 7	22.0;	20.0;	17.0.
—	13.1	60	NE 1	SW 5	NE 14			
—	11.0	60	E 3	S 8	NE 4			
—	11.0	49	SE 3	S 11	E 7	22.4;	20.8;	17.5.
8.0	11.2	52	E 2	W 8	N 3	Ecl. orage 10-11 soir.		
0.2	5.3	80	NW 0	SE 10	N 2	Tonnerre.		
—	7.3	73	N 0	SW 0	NE 15			
—	11.0	60	SE 2	NE 22	NE 20	21.4;	20.5;	18.2.
—	12.2	60	E 4	S 8	SE 0			
—	13.0	50	SE 3	S 5	NE 9			
—	10.0	53	NE 0	S 4	NE 6	22.6;	21.0;	18.5. (Tonnerre à 6 h.)
—	11.0	52	E 5	E 14	NE 0	Ecl. au S.		
15.0	6.1	71	SE 1	SW 5	SW 0	Orage à 6 h. pl. et grêle.		
—	11.1	64	W 6	SW 23	W 3			
—	11.3	54	NE 7	SW 6	N 16	21.0;	20.7;	18.8.
56.8	283.2							

Résumé météorologique.

Août 1900.

Ce mois d'août rentre dans la catégorie des mois médiocres. Sa température, de 17°2, est un peu inférieure à la moyenne qui est de 17°9 ; la chute de pluie, 178mm5, dépasse en revanche de 70mm2 la normale, et l'insolation, de 218 heures, accuse un déficit de 40 heures.

La température de la première décade du mois était exactement égale à la normale 17°9 ; du 11 au 20 elle a baissé à 17°3 et du 21 au 31 à 16°6. La température maximum n'a jamais atteint 30°, le minimum a été de 9° le 13.

Le fait le plus saillant du mois est la forte chute de pluie du 7 août, qui a produit 66 mm. d'eau en 16 heures. Une période de pluies abondantes a eu lieu ensuite du 21 au 27 août. Ce sont surtout les Stations du versant sud des Alpes qui en ont souffert, comme le montrent les chiffres suivants de *Lugano :* 21 août : 80 mm. ; 22 août : 70 mm. ; 23 août : 130 mm. ; 24 août : 76 mm. ; 25 août : 103 mm. ; 26 août : 47 mm., soit en tout 506 mm., ou plus d'*un demi mètre* d'eau en 6 jours ; c'est plus de la moitié de ce qui tombe à Lausanne en une année. On comprend que cette chute de 506 litres par mètre carré ait causé de grands dégâts.

La température du sol a baissé, pendant ce mois ; de 20°6 à 0m25 elle est descendue à 17°, et de 18°6 à 1 m. elle est tombée à 17°3.

Les observations pluviométriques vaudoises ont donné les résultats suivants :

Lausanne, Champ-de-l'Air	178mm5	Vevey (Praz)	129mm0
» Montétan	137mm5	Clarens	122mm1
» Pierra Portay	177mm1	Les Avants	119mm0
Morges	126mm5	Chexbres	142mm0
Saint-Georges	123mm1	Palézieux (gare)	147mm7
Mimorey	137mm7	Bex	97mm0
Valleyres-sous-Rances	103mm2	Saint-Maurice	92mm7
Cossonay	124mm5	Chessel	109mm5
Avenches	165mm2	Colombey	107mm4
Payerne	174mm4		

Résumé météorologique.

Septembre 1900.

Le mois de septembre a été favorable au vigneron ; on sait que de sa température dépend en partie la qualité du vin, cette année cette température a dépassé de 2° la moyenne : 16°6 au lieu de 14°6 ; la dernière décade du mois a atteint même 17°. Les températures maxima de 25° ont été dépassées plusieurs fois et le minimum de nuit n'a été que trois fois au-dessous de 10°. Thermiquement ce mois a donc été très bon.

L'insolation a été un peu inférieure à la moyenne 191 $^1/_2$ h., au lieu de 197 $^3/_4$. La température du sol est restée sensiblement constante, elle était de 17° de 0m25 à 1 m. au commencement du mois et avait la même valeur le 29.

La chute de pluie est notablement inférieure à la moyenne 54mm7 au lieu de 108, et la plus forte part est due à la chute de 37mm0 d'eau tombée le 28 septembre.

Observations pluviométriques.

Lausanne, Champ-de-l'Air	54mm7	Palézieux	51mm8
» Pierra-Portay	55mm5	Mimorey	65mm4
» Montétan	56mm5	Saint-Georges	66mm6
Morges	63mm1	Payerne	33mm6
Vevey (Praz)	39mm0	Collombey	58mm8
Chexbres	44mm1	Chessel	54mm8
Clarens	34mm3	Valleyres s/Rances	39mm3
Saint-Maurice	43mm3	Cossonay	39mm2
Bex	46mm3	Avenches	45mm8

VIII **Août 1900.**

DATES	BAROMÈTRE	TEMPÉRATURE					
	Moyenne	7 h.	1 h.	9 h.	Moy.	Max.	Min.
1	715.8	16.4	26.5	20.8	21.2	29.6	12.9
2	14.5	20.4	24.3	16.8	20.5	26.8	17.4
3	14.4	17.2	23.4	19.4	20.0	28.0	13.9
4	11.4	17.0	19.4	14.0	16.8	22.2	16.0
5	12.5	13.2	17.5	11.8	14.2	20.0	9.1
6	11.2	12.9	21.3	18.0	17.4	23.5	10.5
7	11.1	17.7	23.9	16.8	19.4	29.3	15.5
8	15.3	12.3	18.8	13.6	14.9	21.5	11.9
9	15.4	13.4	20.8	16.6	16.9	24.9	10.4
10	16.8	16.5	22.0	14.6	17.7	24.5	14.3
11	20.7	12.6	15.5	12.6	13.6	19.3	11.3
12	20.8	11.4	18.4	14.2	14.7	21.1	9.3
13	20.1	12.2	21.2	16.8	16.7	23.0	9.0
14	17.5	14.0	23.6	18.2	18.6	24.7	12.0
15	13.8	15.5	21.2	15.0	17.6	22.1	13.3
16	12.9	13.6	21.6	17.0	17.4	23.5	10.2
17	13.8	16.5	18.6	15.8	17.0	21.3	15.5
18	15.3	15.4	23.1	18.4	19.0	26.0	12.9
19	14.5	16.8	24.8	18.8	20.1	28.9	14.1
20	12.7	18.6	20.4	15.8	18.3	24.4	15.6
21	11.1	16.2	21.8	14.2	17.4	25.0	14.4
22	10.9	15.3	22.6	15.4	17.8	26.1	12.5
23	10.9	15.1	19.4	16.4	17.0	24.2	14.8
24	11.1	15.6	18.6	14.2	16.1	20.9	15.3
25	13.5	13.4	19.9	15.5	16.3	23.1	12.5
26	10.6	15.7	21.0	19.1	18.6	25.2	13.0
27	11.3	13.6	19.5	16.0	16.4	23.1	12.9
28	15.9	15.0	18.2	14.6	15.9	20.0	13.3
29	18.6	14.7	19.0	15.0	16.2	20.3	13.3
30	19.6	12.0	19.3	14.2	15.2	22.8	9.5
31	19.3	12.4	19.6	15.0	15.7	23.8	10.2
					17.24		

Août 1900.

PLUIE	SOLEIL	HUMIDITÉ	VENT Vitesse en km. à l'heure			Caractère du temps et température du sol		
			7 h.	1 h.	9 h.			
Mm.	Heures	%				0m25	0m50	1m00
—	9.3	54	NE 0	SW 5	W 0			
—	9.0	58	N 6	SW 27	NE 0			
—	10.0	53	NE 0	SW 9	S 9	20.4;	20.2;	18.6.
—	4.1	56	SW 25	SW 29	N 4			
—	4.2	60	SE 6	SW 15	W 0			
—	4.2	61	SW 13	SW 22	SW 5	19.1;	19.0;	18.0.
66.0	7.0	73	SW 8	SW 16	NE 11	Orage de 6 h. à 8 h.		
0.1	7.1	70	S 17	SW 13	N 11			
—	10.1	61	NE 0	SW 8	SW 1			
—	10.3	60	W 13	SW 42	NW 5	18.9;	18.8;	18.0.
—	3.2	72	N 4	NE 18	NE 20			
—	13.0	59	SE 2	NE 16	NE 19			
—	13.1	56	NE 2	NE 23	NE 24			
—	12.2	56	NE 20	W 20	NE 30	17.5;	18.0;	17.4.
—	12.0	70	N 7	NE 29	NE 35			
—	5.3	76	NE 0	SW 4	W 2			
0.5	0.1	95	W 0	SW 5	W 0	18.4;	18.2;	17.3.
—	6.2	82	W 0	SW 11	NW 0			
—	11.0	78	NE 1	SW 6	E 3			
5.5	4.2	87	E 5	SW 8	SW 0			
18.5	3.1	89	SE 2	SE 0	W 3	18.6;	18.5;	17.4.
52.5	10.1	87	SE 7	SW 8	NW 4			
7.0	2.0	97	NE 0	SE 3	NE 0			
8.3	0.1	98	SW 27	SW 0	SW 8	18.2;	18.2;	17.2.
—	10.0	74	SW 5	SW 6	SW 8			
12.6	5.2	79	NE 0	S 3	NE 17			
7.4	4.3	90	NE 5	S 7	S 0			
0.1	2.0	86	W 21	W 12	W 0	18.0;	18.2;	17.2.
—	6.2	77	NW 3	NE 31	NE 20			
—	12.2	74	NE 4	S 4	NE 16			
—	12.0	69	NE 3	S 3	N 14	17.0;	17.6;	17.3.
178.5	218.2							

IX **Septembre 1900.**

DATES	BAROMÈTRE	TEMPÉRATURE					
	Moyenne	7 h.	1 h.	9 h.	Moy.	Max.	Min.
1	718.5	12.3	19.5	14.6	15.5	23.0	10.3
2	16.5	15.0	22.8	18.4	18.7	26.2	12.3
3	179.	16.2	17.8	12.8	15.6	20.6	15.5
4	20.3	12.2	18.2	13.4	14.6	21.6	10.0
5	19.2	13.2	19.4	14.8	15.8	23.9	10.5
6	18.4	13.4	20.8	16.3	16.8	25.6	11.5
7	16.2	12.2	20.8	14.8	19.3	24.2	9.7
8	14.9	14.6	16.7	15.3	15.5	19.0	12.0
9	15.0	14.3	21.4	16.0	17.2	25.5	12.5
10	17.3	13.0	20.9	15.2	16.4	24.0	10.4
11	18.8	13.0	19.0	14.6	15.5	21.2	10.5
12	18.6	12.1	17.0	11.7	13.6	17.9	10.5
13	20.0	8.8	17.3	13.2	13.1	19.1	7.5
14	20.3	10.6	17.0	12.8	13.5	20.1	8.5
15	19.7	11.4	20.2	15.6	15.7	24.3	10.0
16	19.2	13.8	20.9	17.2	17.3	24.9	11.4
17	18.7	16.4	21.2	16.0	17.9	23.0	15.3
18	17.0	15.4	22.0	16.4	17.9	24.2	13.5
19	16.1	15.6	23.1	17.4	18.7	26.4	15.0
20	18.4	16.8	23.4	18.3	19.5	25.0	15.4
21	21.6	16.8	22.4	16.2	18.5	24.8	15.1
22	21.3	15.5	21.7	16.6	17.9	24.5	13.6
23	20.3	15.2	21.8	17.6	18.2	24.3	13.3
24	16.3	14.5	22.6	19.0	18.7	25.5	13.3
25	14.2	16.9	20.2	15.0	17.4	21.0	15.8
26	16.8	15.1	18.6	16.0	16.6	21.8	14.0
27	14.6	14.8	21.2	16.1	17.4	23.0	14.0
28	13.7	15.7	15.6	14.4	15.2	17.1	14.3
29	13.7	12.6	17.0	13.4	14.3	18.6	12.0
30	14.3	13.6	19.4	16.0	16.3	32.5	11.9
31							
					16.6		

Septembre 1900.

PLUIE	SOLEIL	HUMIDITÉ	VENT Vitesse en km. à l'heure. 7 h.	1 h.	9 h.	Caractère du temps et température du sol.		
Mm.	Heures	%				0m25	0m50	1m00
—	7.2	74	NE 0	SW 7	SW 8			
—	9.2	76	W 1	SW 5	NE 6			
1.7	7.0	84	NE 17	NE 16	NE 20			
—	5.2	83	NE 0	S 4	E 3	16.9	17.8	17.0
—	8.3	85	E 0	S 6	E 2			
—	11.3	69	SE 0	S 6	NE 4			
0.2	12.0	65	E 0	SW 4	SW 4	16.8	17.5	17.0
4.3	0.2	92	E 5	NE 3	SE 6			
—	8.2	78	SE 5	S 10	NE 6			
—	10.1	72	NE 2	NW 5	NE 9			
—	9.3	73	NE 0	NNE 15	NNE 20	16.7	17.2	16.9
—	10.2	68	NNE 27	NNE 45	NNE 41			
—	10.3	77	NE 0	NE 8	NE 6			
—	6.1	88	NE 5	SW 6	NE 0	15.0	16.0	16.4
—	10.0	88	SW 0	SW 5	SW 0			
0.1	7.2	78	SW 1	SW 6	SW 0			
—	1.2	92	SW 6	SW 12	SW 0	17.0	16.9	16.3
2.0	6.0	86	W 4	S 0	SE 0	Ecl. au SE et E		
—	7.1	88	SE 0	S 8	NE 0	Tonn. dès 3 h.		
—	3.0	88	NE 0	S 7	SW 6			
—	4.0	90	NE 0	S 7	SW 2	17.9	17.5	16.5
—	6.3	89	NE 0	SW 3	NE 4			
—	5.3	87	SW 3	SW 3	SW 7			
1.3	6.1	76	SW 4	SW 5	SW 0	Ecl. à E		
5.8	0.1	94	SE 8	SW 8	NW 0	17.4	17.4	16.7
—	1.2	94	SE 0	S 6	SW 0			
1.7	5.2	87	W 0	W 2	SW 0			
37.4	—	98	SE 7	SE 2	SW 5	Tonn. au SW		
0.2	—	97	E 0	W 8	NW 0	17.0	17.1	16.7
—	7.3	91	NW 4	SW 10	SE 0			
54.7	191.2							

Résumé météorologique.

Octobre 1900.

La température d'octobre a dépassé de plus de 1° la normale du mois : 10°4 au lieu de 9°1 ; ce fait est dû surtout à l'action de la première décade dont la température exceptionnelle a été de 14°7 ; les onze derniers jours, au contraire, ont eu une température de 7°4. Il n'y a pas eu de jours de gel, le minimum 1°5 est arrivé le 16 et le maximum de 23°4 le 1er.

Dans le sol la température s'est rapidement abaissée : elle était de 16°5 entre 0 et 1 mètre le 2 octobre, et de 10°3 en moyenne le 30 octobre. La chute de température a été de 7°5 à 25 cm. de profondeur et de 4°5 à 1 mètre.

Le nombre des heures de soleil s'est élevé à 166, dépassant de 48 la moyenne.

Octobre, qui est habituellement pluvieux (la chute d'eau s'élève à 118mm), a été exceptionnellement sec, comme le montrent les observations de toutes les stations vaudoises.

Lausanne, Champ-de-l'Air .	48mm9	Payerne.	39mm9
» Pierra Portay .	46mm3	Avenches	47mm0
» Montétan . .	45mm4	Palézieux-gare . . .	97mm1
Morges	50mm9	Chexbres	82mm6
Mimorey	40mm6	Bex	33mm6
Valleyres s/ Rances . .	39mm8	Saint-Maurice	31mm2
Saint-Georges	72mm3	Collombey	61mm0
Vevey (Praz)	64mm5	Chessel	67mm5
Clarens	58mm0	Cossonay	37mm1
Les Avants.	75mm0		

On voit qu'à Lausanne le déficit d'eau a été de 70mm.

Résumé météorologique.

Novembre 1900.

Ce mois a été doux, sa température, de 5°6, dépasse de 0°9 la moyenne de novembre, qui est 4°7. La température a baissé lentement : de 7°7 du 1er au 10 elle descend à 5°2 du 11 au 20 pour tomber à 4°0 du 21 au 30. Les extrêmes ont été 14°2 le 1er et 0°5 le 13. Non seulement il n'y a eu dans le mois aucun jour à température moyenne inférieure à zéro, mais même aucun jour froid ; aussi la vie végétale n'a-t-elle décliné que lentement et sans arrêt brusque, conditions très favorables pour l'avenir ; un fait semblable s'était produit l'an dernier, mais les premières gelées avaient commencé déjà le 16 novembre, la température moyenne avait été la même (5°6) que cette année.

En revanche l'insolation très forte en 1899 a été faible cette année, en novembre elle a été de 22 heures inférieure à la moyenne : 53 $^3/_4$ heures au lieu de 76 heures. La température du sol a baissé lentement et régulièrement ; elle oscillait de 9°4 à 11°6 entre 0m25 et 1 mètre au commencement du mois et était descendue à 4°5 et 8°3 aux mêmes profondeurs le 30.

La chute de pluie est un peu supérieure à la normale à Lausanne. 92mm4 au lieu de 88mm. La première chute de neige qui n'a du reste pas pris pied est tombée le 23 novembre.

	Pluie.		Pluie
Lausanne, Champ-de-l'Air	92mm4	Payerne	54mm6
» Pierra Portay	85mm6	Avenches	51mm6
» Montétan	95mm0	Palézieux (gare)	83mm4
Morges	?	Chexbres	59mm6
Mimorey	96mm4	Bex	70mm6
Valleyres-sous-Rances	73mm4	Saint-Maurice	?
Saint-Georges	94mm5	Chiètres	82mm5
Vevey (Praz)	59mm6	Colombey	?
Clarens	59mm3	Chessel	46mm5
Les Avants	91mm0	Cossonay	72mm3

X **Octobre 1900.**

DATES	BAROMÈTRE	TEMPÉRATURE					
	Moyenne	7 h.	1 h.	9 h.	Moy.	Max.	Min.
1	716.2	14.0	20.1	15.4	16.5	23.4	13.0
2	14.1	13.8	19.6	15.0	16.1	22.0	12.8
3	15.3	14.3	14.4	12.3	13.7	18.8	13.5
4	16.6	11.3	17.2	13.8	14.1	19.0	10.0
5	19.4	14.4	15.1	13.2	14.6	16.7	13.0
6	22.3	13.6	18.2	13.5	15.1	20.5	11.8
7	24.0	11.2	17.6	12.8	13.9	20.0	10.0
8	24.9	11.7	18.4	13.0	14.4	20.9	10.0
9	23.4	11.2	18.3	13.0	14.2	20.7	9.9
10	19.6	10.8	18.4	14.6	14.6	20.5	9.7
11	16.0	11.1	15.6	8.6	11.8	17.1	10.5
12	13.4	8.8	14.3	9.8	11.0	16.0	6.5
13	12.9	9.2	16.2	13.5	13.0	19.3	8.5
14	11.0	11.2	12.0	9.2	10.8	14.1	10.5
15	12.9	4.8	9.9	3.7	6.1	12.4	4.3
16	14.5	2.2	10.8	5.5	6.2	12.7	1.5
17	13.0	5.3	11.8	9.2	8.8	13.2	4.0
18	12.7	9.5	12.5	8.4	10.1	15.2	7.8
19	13.0	6.5	10.8	7.8	8.4	14.3	5.0
20	14.5	5.8	9.6	6.8	7.4	12.4	4.5
21	14.7	6.8	7.3	4.8	6.3	8.0	5.8
22	16.7	3.8	5.4	4.6	4.6	6.2	3.5
23	20.1	3.8	8.2	4.3	5.4	10.8	3.5
24	19.5	5.6	9.2	4.9	6.6	11.7	3.5
25	13.4	6.4	11.6	6.2	8.1	14.0	4.5
26	07.7	5.7	9.6	10.4	8.6	13.0	4.5
27	10.3	5.0	10.2	6.0	7.1	12.0	5.0
28	16.6	5.6	11.2	6.2	7.7	12.7	4.2
29	16.9	6.2	8.4	9.4	8.0	9.4	3.8
30	17.8	8.4	14.6	8.5	10.5	16.2	7.7
31	18.4	5.4	13.8	7.4	8.9	16.8	4.6
					10.4		

Octobre 1900.

PLUIE	SOLEIL	HUMIDITÉ	VENT Vitesse en km. à l'heure			Caractére du temps et température du sol.		
			7 h.	1 h.	9 h.			
Mm.	Heures	%				0m25	0m50	1m00
—	7.0	87	SE 0	SE 0	SE 0			
3,6	5.0	91	NE 4	SW 7	W 8	16.5;	16.8;	16.4.
13,3	2.2	98	SW 1	SW 7	N 10			
0.2	5.3	90	NE 8	SW 6	NE 0			
4.6	—	100	SE 5	S 2	SE 5	15.5;	16.1;	16.2.
—	6.0	94	SE 0	SW 10	NE 6			
—	9.2	93	NE 5	SW 8	SE 3			
—	8.0	94	E 0	SW 8	NE 3			
—	7.3	89	NE 2	SW 6	NE 3	14.4;	15.2;	15.6.
2.5	9.2	78	E 4	SW 0	NE 5	Une hirondelle.		
—	7.2	73	NE 5	NE 4	NE 11	Ecl. et tonn. $1^1/_2$a. m.		
—	7.1	88	NE 0	SE 0	N 6			
0.3	9.0	87	NE 4	W 0	W 0			
1.0	3.1	77	S 1	SW 32	SW 13			
—	6.0	55	NE 7	SW 17	NE 7	11.0;	13.5;	14.8.
—	9.1	73	NE 4	SW 11	NE 6	F. gel. bl.		
5.0	3.2	80	NE 5	SW 6	SE 5			
—	3.0	77	W 7	SW 14	NE 9	11.2;	12.8;	14.2.
—	7.0	74	NE 11	N 3	NE 20	10.7;	12.6;	14.0.
0.6	2.3	87	NE 18	N 1	NE 14			
0.1	—	48	NE 3	NW 6	N 0			
—	1.1	87	NE 12	NE 27	NE 21			
—	1.2	92	NE 8	SW 5	NE 11	8.6;	11.1;	13.0.
—	4.3	91	NE 3	NW 7	NE 9			
—	6.0	90	NE 1	SW 4	NE 7			
4.4	3.0	99	SW 3	SW C	SW 7	8.5;	10.6;	12.3.
—	9.1	63	NW 8	SW 18	W 4			
0.3	6.2	76	W 13	SW 19	W 0			
13.0	—	99	SW 12	SW 4	SW 7			
—	5.1	90	W 2	SW 8	SW 0	9.0;	10.1;	11.9.
—	9.0	83	N 8	SW 7	SW 0			
48.9	166.0							

XI **Novembre 1900.**

DATES	BAROMÈTRE	TEMPÉRATURE					
	Moyenne.	7 h.	1 h.	9 h.	Moy.	Max.	Min.
1	719.5	6.8	13.2	11.0	10.3	14.2	5.5
2	16.5	9.2	12.2	8.8	10.1	14.0	9.0
3	12.8	7.4	9.9	9.0	8.8	10.6	7.1
4	14.3	8.0	11.4	5.6	8.3	13.5	7.5
5	14.7	3.0	9.0	5.6	5.9	12.3	2.5
6	11.3	5.6	11.0	8.2	8.3	11.7	4.5
7	12.1	7.1	6.2	4.0	5.8	7.7	6.2
8	16.8	5.4	8.3	6.2	6.6	9.8	3.0
9	15.8	5.8	8.6	4.8	6.4	11.5	5.5
10	10.6	6.0	7.6	6.6	6.7	8.3	3.5
11	08.7	3.0	8.9	4.2	5.4	10.2	2.4
12	12.1	4.0	7.2	3.2	4.8	7.7	3.5
13	11.5	1.2	6.7	2.4	3.4	9.7	0.5
14	09.6	3.4	5.6	5.8	4.9	6.9	1.3
15	09.9	5.0	9.8	6.0	6.9	12.0	4.0
16	03.1	6.0	7.5	6.8	6.8	8.7	5.4
17	02.2	6.4	7.4	5.2	6.3	9.2	5.5
18	07.7	3.8	5.6	4.2	4.5	6.1	3.5
19	10.8	3.4	7.7	3.7	4.9	8.9	2.4
20	06.7	3.2	4.8	2.7	3.6	6.0	2.2
21	03.5	3.8	4.8	5.0	4.5	5.2	1.9
22	12.0	4.3	5.5	3.7	4.5	6.3	4.1
23	11.5	3.0	4.2	3.1	3.4	5.0	2.3
24	08.6	2.8	6.4	4.8	4.7	8.0	2.0
25	08.7	2.0	3.1	4.6	3.2	4.8	1.5
26	10.7	3.8	4.2	3.2	3.7	5.2	2.9
27	07.0	1.7	6.6	2.4	3.6	8.0	1.0
28	698.3	1.5	5.4	3.8	3.6	6.9	0.6
29	97.6	3.7	5.6	5.0	4.8	6.8	2.8
30	99.0	3.0	4.7	2.8	3.5	5.7	2.7
					5.61		

Novembre 1900.

PLUIE	SOLEIL	HUMIDITÉ	VENT Vitesse en km. à l'heure.			Caractère du temps et température du sol.		
			7 h.	1 h.	9 h.			
Mm.	Heures.	%				0m25	0m50	1m00
11.6	1.1	82	SW 0	SW 1	E 0			
—	1.2	84	W 4	S 1	NE 15	9.4;	10.1;	11.6.
—	0.1	94	E 7	N 20	NE 23			
0.4	1.0	82	NE 0	SW 4	NE 6			
—	3.3	92	NE 2	SW 7	NE 0			
3.5	2.2	95	NE 7	SW 9	E 5	8.0;	10.0;	11.2.
17.5	—	100	W 0	W 8	N 6			
—	0.1	97	NE 3	NW 7	NE 0			
—	3.2	94	NE 0	W 9	N 4	8.1;	9.7;	11.0.
10.3	—	100	N 1	W 5	W 0			
—	6.0	79	NE 16	NE 8	NE 19			
—	8.1	78	NE 24	NE 18	NE 23	5.8;	8.5;	10.3.
—	8.2	87	NE 16	SW 7	NE 6			
2.0	—	98	E 0	SW 2	NE 5			
0.2	5.3	82	NE 2	SW 10	SW 12			
9.3	0.1	98	SW 8	SW 12	SE 7	6.5;	8.0;	10.0.
10.2	0.3	93	SE 5	NE 6	N 0			
3.3	—	100	SW 6	SW 5	SW 6			
—	0.3	85	NE 7	NE 5	N 14			
—	1.3	87	NE 10	NE 11	N 13	6.0;	8.0;	9.7.
—	—	100	NE 0	W 6	SW 16			
0.2	—	89	SW 16	SW 15	W 0			
6.2	0.1	100	W 4	SW 0	SW 0	5.6;	7.5;	9.0.
0.1	1.1	81	SE 6	S 8	SW 0			
15.6	—	98	SW 0	SW 5	SW 0			
2.0	—	100	S 0	SW 5	SW 0			
—	6.0	76	SW 5	SW 6	SW 0	4.9;	6.9;	8.8.
—	0.1	91	SW 4	SW 0	SW 5			
—	—	75	E 7	S 4	E 0			
—	—	83	N 3	NE 4	NE 17	4.5;	6.3;	8.3.
92.4	53.3							

XII **Décembre 1900.**

DATES	BAROMÈTRE	TEMPÉRATURE					
	Moyenne	7 h.	1 h.	9 h.	Moy.	Max.	Min.
1	703.2	2.6	4.0	2.6	3.1	4.3	2.3
2	07.1	2.6	4.5	2.8	3.3	5.0	2.3
3	14.1	2.8	4.3	3.6	3.6	5.0	2.2
4	15.4	3.0	3.1	4.0	3.4	4.1	1.0
5	14.1	7.7	9.2	10.6	9.2	10.8	3.6
6	13.9	8.6	9.6	9.1	9.1	10.0	8.0
7	16.1	5.2	5.1	4.3	4.9	6.4	4.7
8	21.4	3.2	6.6	2.6	4.1	7.4	2.9
9	20.8	0.4	4.8	1.0	2.1	6.0	0.0
10	21.4	0.2	1.2	0.0	0.5	2.0	— 0.5
11	21.8	— 1.2	1.2	0.2	0.1	2.0	— 2.0
12	22.8	0.8	2.0	0.8	1.2	3.0	— 0.3
13	21.6	0.5	2.2	1.0	1.2	3.2	0.0
14	24.5	1.6	5.4	1.8	2.9	6.7	0.5
15	24.5	2.0	2.9	1.7	2.2	5.0	0.6
16	26.3	— 0.2	3.8	— 0.2	1.1	5.0	— 0.5
17	24.9	— 1.5	1.8	0.0	0.1	2.3	— 2.0
18	22.6	0.2	0.7	0.2	0.4	1.3	— 0.5
19	22.4	1.2	2.7	0.0	1.3	4.2	— 0.3
20	20.3	— 1.6	1.8	0.2	0.1	2.3	— 1.6
21	18.0	0.2	5.4	4.5	3.4	5.8	— 1.5
22	17.5	2.4	5.8	2.2	3.5	7.1	1.8
23	13.0	3.0	6.6	5.0	4.9	8.3	1.5
24	17.6	4.4	7.8	6.0	6.1	9.4	4.0
25	20.8	2.6	7.4	2.0	4.0	2.0	0.2
26	18.4	0.2	4.2	0.4	1.6	5.5	0.2
27	13.0	1.4	5.6	6.0	4.3	8.0	— 0.7
28	09.2	5.4	7.7	3.4	5.5	8.5	5.0
29	11.7	1.9	3.7	3.4	3.0	4.0	1.5
30	10.1	3.4	6.4	5.5	5.0	7.5	2.0
31	02.8	5.3	4.2	3.6	4.4	5.5	4.0
					3.21		

Décembre 1900.

PLUIE	SOLEIL	HUMIDITÉ	VENT Vitesse en km. à l'heure			Caractère du temps et température du sol		
			7 h.	1 h.	9 h.			
Mm.	Heures	%				0m25	0m50	1m00
—	—	86	NE 8	NE 10	NE 14			
—	—	89	N 2	NE 7	NE 8			
—	—	88	NE 4	NW 12	W 0			
26.4	—	93	SW 14	SW 7	SE 0	4.3;	6.3;	8.0.
7.7	—	95	SE 5	SW 13	SW 23			
6.1	—	100	W 20	SW 21	SW 18			
3.0	0.1	88	SW 29	SW 17	N 1	6.7;	7.0;	8.0.
—	7.2	84	NE 7	NE 22	NE 13			
—	7.3	83	E 0	W 6	NE 0	Forte gelée blanche.		
—	—	95	NE 0	NW 1	NE 6			
—	—	92	NE 8	NW 0	NW 5	3.0;	5.0;	7.8.
—	—	100	E 0	S 1	E 0			
—	—	100	S 0	SW 4	E 0			
—	4.1	98	W 0	SE 9	E 0	3.9;	5.4;	7.1.
—	0.3	100	SE 5	S 6	E 0			
—	2.1	97	E 5	SW 5	E 7	Forte gelée blanche.		
—	0.1	99	N 7	SE 4	S 0	2.9;	4.9;	7.0.
—	—	100	S 0	E 3	S 0	Brouillard.		
—	0.1	100	S 0	SE 15	S 4	Id.		
—	—	100	E 5	S 0	E 0	Forte gelée blanche.		
0.9	—	92	SE 0	SW 10	W 7	2.4;	4.6;	6.6.
1.0	7.1	77	S 0	E 5	E 5			
2.2	1.3	87	E 3	SE 9	E 0			
—	6.0	86	E	SE 0	SE 0			
—	7.2	78	SE 8	S 3	SE 6	4.0;	5.0;	6.1.
—	1.2	94	SE 6	SE 0	SE 0			
2.1	1.2	86	SE 0	W 0	SW 15			
7.1	0.1	90	SW 20	SW 41	SW 25	4.0;	4.6;	6.3.
1.0	—	84	SW 30	W 12	SW 15			
3.2	—	94	SW 10	SW 0	SE 0			
7.6	—	98	NW 9	SW 8	NE 11			
68.3	49.0							

Résumé météorologique.

Décembre 1900.

Le dernier mois de l'année et du siècle a conservé le caractère de douceur persistante de la première partie de l'hiver. La température 3°21 est de 2°74 supérieure à la moyenne. La première décade avait une température de 4°46; la seconde, plus froide, est descendue à 1°5; mais à la fin du mois, du 21 au 31, la température s'est relevée à 4°15.

Il n'y a eu aucun jour très froid ni aucune journée à température moyenne inférieure à zéro; en revanche, le minimum est descendu dix fois au-dessous de zéro.

Ce mois a été sombre, 49 heures de soleil seulement au lieu de 60; mais il n'en est pas moins sec. La chute de pluie de 68 mm. étant de 6 mm. inférieure à la moyenne.

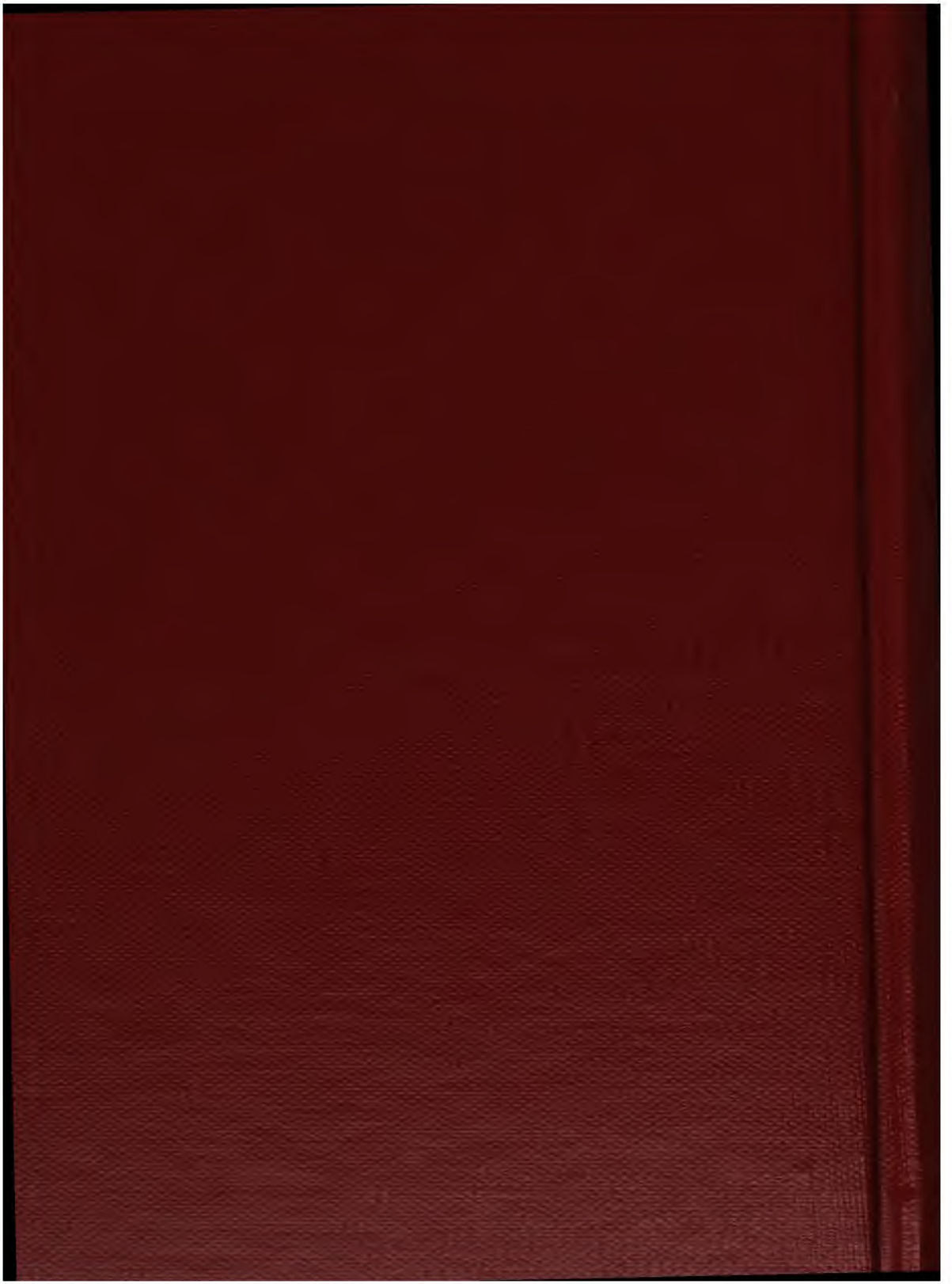
La température du sol variait de 4°3 à 8° au commencement du mois; elle s'est abaissée un peu et était de 4°0 à 6°3 à la fin entre 0m25 et 1 m.

Observations pluviométriques.

Lausanne, Champ-de-l'Air	68mm3	Payerne	71mm8
Pierra-Portay	62mm6	Avenches	60mm9
Montétan	67mm0	Palézieux-gare	126mm2
Morges	92mm2	Chexbres	77mm3
Mimorey	130mm8	Bex	84mm1
Valleyres s/Rances	111mm8	Saint-Maurice	?
Saint-Georges	186mm8	Chièstres	84mm5
Vevey (Praz)	85mm3	Collombey	?
Clarens	68mm6	Chessel	83mm3
Les Avants	103mm0	Cossonay	73mm1

DATE DUE

STANFORD UNIVERSITY LIBRARIES
STANFORD, CALIFORNIA 94305-6004

DATE DUE

STANFORD UNIVERSITY LIBRARIES
STANFORD, CALIFORNIA 94305-6004